NOTA 1: El uso de compartimentos separados de alambrado para terminales intrínseca y no intrínsecamente seguras, es el método preferido para cumplir con este requisito.

NOTA 2: Las barreras físicas tales como divisiones metálicas puestas a tierra, o de divisiones de aislamiento adecuadas, o ductos de alambrado de acceso restringido, separados de otros ductos por al menos 19 mm, pueden ser utilizados para ayudar a asegurar la separación requerida del alambrado.

b) De conductores de circuitos intrínsecamente seguros diferentes. Los circuitos intrínsecamente seguros diferentes deben estar en cables separados, o deben estar separados entre sí por cualquiera de los siguientes medios:

1) Que los conductores de cada circuito estén dentro de una pantalla metálica puesta a tierra.

2) Que los conductores de cada circuito tengan un aislamiento con un espesor mínimo de 0,25 mm.

Excepción: A menos que cualquier otro medio sea aprobado.

504-50. Puesta a tierra

a) Aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y canalizaciones. Deben ponerse a tierra, los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados, pantallas metálicas, envolventes y canalizaciones, si son metálicos.

Nota: Puede ser necesaria una unión suplementaria al electrodo de puesta a tierra para algunos aparatos asociados, por ejemplo, diodos de barrera zener, si se especifica en el diagrama de control.

b) Conexión al electrodo de puesta a tierra. Cuando se requiera la conexión a un electrodo de puesta a tierra, este electrodo debe ajustarse a las especificaciones indicadas en 250-81(a), (b), (c), (d) y debe cumplir con lo indicado en 250-26(c). No se deben aplicar las especificaciones de la Sección 250-83 si están disponibles los electrodos especificados en la Sección 250-81.

c) Pantallas. Cuando se utilicen conductores o cables con pantallas, éstas deben estar puestas a tierra.

Excepción: Cuando la pantalla es parte de un circuito intrínsecamente seguro.

504-60. Unión.

a) Areas peligrosas. En áreas peligrosas (clasificadas), los aparatos intrínsecamente seguros deben estar conectadas a tierra en el área peligrosa (clasificada) de acuerdo con lo indicado en 250-78.

b) Areas no peligrosas. En áreas no peligrosas, donde se utilicen canalizaciones metálicas para alambrado de sistemas intrínsecamente seguros en áreas peligrosas, los aparatos asociados deben estar conectados a tierra de acuerdo con lo indicado en 501-16(a), 502-16(a), 503-16(a) o 505-25 según sea aplicable.

504-70. Sellado. Los cables y tubo (conduit) que deban sellarse de acuerdo con lo indicado en 501-5 y 502-5, deben sellarse para reducir al mínimo el paso de gases, vapores y polvos. Tales sellos no requieren ser a prueba de explosión o a prueba de flama.

Excepción: No se requieren sellos para envolventes que contengan únicamente aparatos intrínsecamente seguros, excepto por lo requerido en 501-5(f)(3).

504-80. Identificación. Las etiquetas requeridas por esta Sección deben ser adecuadas para el ambiente donde se instalen, considerando la exposición a productos químicos y a la luz solar.

a) Terminales. Los circuitos intrínsecamente seguros deben identificarse en las terminales y empalmes, de modo que se evite la interferencia no intencional con los circuitos durante las pruebas y mantenimiento.

b) Alambrado. Las canalizaciones, soportes tipo charola para cables, y el alambrado al descubierto para sistemas intrínsecamente seguros, deben identificarse con etiquetas permanentemente adheridas con la leyenda "Alambrado intrínsecamente seguro" o su equivalente. Las etiquetas deben estar ubicadas de modo que sean visibles después de la instalación y colocadas de tal manera que puedan ser fácilmente localizadas a todo lo largo de la instalación. El espaciamiento entre las etiquetas no debe ser mayor que 7,5 m.

Excepción: Se permite identificar los circuitos subterráneos, cuando estén accesibles tras emerger del suelo.

NOTA 1: Los métodos de alambrado permitidos en áreas no peligrosas pueden utilizarse para sistemas intrínsecamente seguros en áreas clasificadas como peligrosas. Sin etiquetas que identifiquen la aplicación del alambrado, no se puede determinar si la instalación cumple con esta norma.

NOTA 2: En áreas no peligrosas, la identificación es necesaria para evitar que en un futuro, el alambrado no intrínsecamente seguro, se adicione inadvertidamente a canalizaciones existentes.

c) Código de color. Se permite el uso de un código de color para identificar a los conductores intrínsecamente seguros cuando sean de color azul claro, siempre y cuando no se utilicen otros conductores con este mismo color. Asimismo, debe permitirse el código de color para identificar a las canalizaciones, soportes tipo charola para cables y cajas registro de empalme, cuando estén coloreados de color azul claro y contengan únicamente alambrado intrínsecamente seguro.

ARTICULO 505 - AREAS CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2

505-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para el sistema de clasificación por zonas, como una alternativa al sistema de clasificación por divisiones tratado en el Artículo 500, para equipo eléctrico y electrónico y alambrado en todas las tensiones en áreas clasificadas como peligrosas de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables.

Nota: Véase los Artículos 500 a 504 para los requisitos de equipo eléctrico y electrónico y alambrado para todas las tensiones en áreas clasificadas como peligrosas de Clase I, Divisiones 1 o 2; Clase II, Divisiones 1 o 2; y Clase III, Divisiones 1 o 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables, polvos o fibras combustibles.

505-2. Otros Artículos. Todas las demás reglas aplicables contenidas en esta norma deben aplicarse al alambrado y equipo eléctrico instalados en áreas clasificadas como peligrosas.

Excepción. Lo modificado por este Artículo y por el Artículo 504.

(Continúa en la Quinta Sección)

QUINTA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

(Viene de la Cuarta Sección)

505-3 Areas y requisitos generales.

(a) Clasificación de áreas. Las áreas deben clasificarse dependiendo de las propiedades de los vapores, gases o líquidos inflamables que pueden estar presentes y de la posibilidad de que esté presente una concentración o cantidad inflamable o combustible. Donde solamente se usan o manipulan materiales pirofóricos, estas áreas no deben ser clasificadas.

Cada cuarto, sección o superficie debe considerarse individualmente para determinar su clasificación.

NOTA 1: Véase la Sección 505-6 para las restricciones sobre clasificación de áreas.

NOTA 2: Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas de las áreas peligrosas (clasificadas), con frecuencia puede ubicarse la mayor parte de los aparatos en áreas menos peligrosas o no peligrosas, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

(b) Roscado. Todos los tubos (conduits) roscados de los que trata esta Sección deben tener rosca normalizada NPT hecha con dado de tarraja que produzca una conicidad de 1 a 16 (0,625 mm por cada centímetro). Estos tubos (conduits) deben apretarse firmemente con llave para evitar las chispas cuando a través del sistema de tubos (conduits) fluya una corriente de falla y asegurar la integridad a prueba de explosiones o llamas del sistema de tubo (conduit), donde sea aplicable. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en sitio se debe instalar de acuerdo con los siguientes (1) o (2):

(1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo (conduit) con rosca NPT. Para equipos provistos con entradas roscadas para tubo (conduit) o accesorios con roscas tipo NPT se debe utilizar tubo (conduit), accesorios para tubo (conduit) o accesorios para cables, todos ellos aprobados.

(2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo (conduit) con rosca métrica. Para estos equipos las entradas se deben identificar como métricas, o se deben suministrar con el equipo adaptadores aprobados para permitir la conexión a tubo (conduit) o accesorios con rosca NPT. Para la conexión a tubo (conduit) o accesorios con rosca NPT, se deben usar adaptadores. Se permitirá usar accesorios para cable aprobados que tengan rosca métrica.

NOTA: Para información adicional del roscado para las entradas de roscas métricas, véase el apéndice B2.

505-4 Técnicas de protección. A continuación se indican las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en áreas peligrosas (clasificadas).

NOTA: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 0, 1, véase el Apéndice B2.

(a) A prueba de flama "d". Se permitirá aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase I, Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: A prueba de flama es un tipo de protección de equipo eléctrico en el cual la envolvente soportará sin sufrir daño y sin causar ignición, una explosión interna de una mezcla inflamable que ha penetrado a su interior a través de cualquier junta o abertura estructural en la envolvente, de una atmósfera explosiva externa compuesta de uno o más gases o vapores para los cuales se ha diseñado.

NOTA 2: Para información adicional para aparatos utilizados en áreas Clase I, Zona 1 y 2, véase el Apéndice B2.

(b) Purgado y presurizado. Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase I Zonas 1 o 2 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: En algunos casos los riesgos se pueden reducir, o las áreas (clasificadas) peligrosas se pueden limitar o eliminar, mediante una adecuada ventilación con presión positiva desde una fuente de aire limpio, junto con otros medios de seguridad eficaces en caso de que la ventilación falle.

NOTA 2: Para información adicional sobre aparatos con envolventes purgadas y presurizadas, tipo X, Y, Z, véase el Apéndice B2.

NOTA 3: El presurizado "p" es un tipo de protección de equipo eléctrico que utiliza la técnica de protección contra el ingreso de atmósferas externas, que pueden llegar a ser explosivas, dentro de un envolvente, manteniendo un gas de protección en su interior a una presión superior a la de la atmósfera externa.

(c) Seguridad intrínseca. Se permitirá aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase I Zonas 0 o 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: La Seguridad Intrínseca se designa como tipo de protección "ia " por la normativa internacional para uso en áreas de Zona 0. La Seguridad Intrínseca se designa como tipo de protección "ib " por la normativa internacional para uso en áreas de Zona 1.

NOTA 2: Para información adicional sobre aparatos intrínsecamente seguros “i” y aparatos asociados, véase el Apéndice B2.

NOTA 3: Un aparato asociado intrínsecamente seguro, designado como [ia] o [ib], se conecta a un equipo intrínsecamente seguro ("ia " o "ib" respectivamente), pero se ubica fuera del área (clasificada) peligrosa a menos que también esté protegido por otro tipo de protección (como por ejemplo a prueba de flama).

(d) Tipo de Protección "n.". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 2 para los cuales aquéllos estén aprobados. El tipo de protección "n," también se subdivide en nA, nC y nR.

NOTA 1: Véase la Tabla 505-10(b)1 para la descripción de las subdivisiones del tipo de protección "n".

NOTA 2: El tipo de protección "n" es un tipo de protección aplicada a equipo eléctrico tal que, en operación normal, el equipo eléctrico no tenga capacidad para encender una atmósfera explosiva de gas circundante y no haya posibilidad de que ocurra una falla capaz de causar ignición.

NOTA 3: Para información adicional sobre aparatos para atmósferas con gases explosivos, tipo de protección “n”, véase el Apéndice B2.

(e) Inmersión en aceite "o.". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en áreas Clase I Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: La inmersión en aceite es un tipo de protección en la cual el equipo eléctrico o partes de él, están sumergidos en un líquido de protección de manera tal que una atmósfera explosiva, que pueda estar sobre el líquido o fuera de la envolvente, no se pueda encender.

NOTA 2: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 1, tipo de protección inmersión en aceite “o”, véase el Apéndice B2.

(f) Seguridad aumentada "e.". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en áreas Clase I Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: La seguridad aumentada es un tipo de protección aplicada a equipo eléctrico que no produce arcos o chispas en servicio normal y bajo condiciones anormales específicas, en el cual se aplican medidas adicionales para incrementar la seguridad contra la posibilidad de temperaturas excesivas y de la ocurrencia de arcos y chispas.

NOTA 2: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 1, tipo de protección seguridad aumentada “e”, véase el Apéndice B2.

(g) Encapsulado "m". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en áreas Clase I Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: El **encapsulado** es un tipo de protección en el cual las partes que podrían encender una atmósfera explosiva, tanto por chispa como por calentamiento, están encapsuladas en un compuesto, de modo tal que esta atmósfera explosiva no pueda ser encendida.

NOTA 2: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 1, tipo de protección encapsulado “m”, véase el Apéndice B2.

(h) Relleno con polvo "q.". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en áreas Clase I Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: El relleno con polvo es un tipo de protección en el cual las partes capaces de encender una atmósfera explosiva están fijas en una posición y completamente rodeadas por un material de relleno (polvo de vidrio o cuarzo) para evitar el encendido de una atmósfera explosiva externa.

NOTA 2: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 1, tipo de protección relleno con polvo “q”, véase el Apéndice B2.

505-5 Referencias.

NOTA 1: Para la evaluación de la conformidad de esta norma los evaluadores deben estar familiarizados con la experiencia de la industria y con las normas aplicables a la clasificación de las distintas áreas, a la determinación de la ventilación adecuada y a la protección contra los riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos.

NOTA 2: Para información adicional sobre la clasificación de áreas peligrosas, clasificación de materiales inflamables y requisitos de instalaciones que por su naturaleza son áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B2.

NOTA 3: Para información adicional sobre la clasificación protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B2.

NOTA 4: Para información adicional sobre la clasificación ventilación en áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B2.

NOTA 5: Para información adicional sobre la clasificación sistemas eléctricos para áreas peligrosas (clasificadas) en plataformas marinas petroleras y de gas; véase el apéndice B2.

505-6 Precaución especial. El Artículo 505 exige una construcción e instalación de los equipos que garanticen un desempeño seguro bajo condiciones apropiadas de uso y mantenimiento.

Nota 1: Es importante que la unidad de verificación y los usuarios presten mayor atención de la usual con respecto a la instalación y mantenimiento del equipo eléctrico en áreas (clasificadas) peligrosas.

NOTA 2: Las bajas condiciones ambientales requieren consideración especial. El equipo eléctrico que depende de las técnicas de protección descritas en la Sección 505- 4(a), es posible que no sea adecuado para uso a temperaturas inferiores a -20°C, a menos que esté aprobado para uso a esas bajas temperaturas. No obstante, es posible que a bajas temperaturas del ambiente no se produzcan concentraciones inflamables de vapores en áreas Clase I Zonas 0, 1 o 2 a temperatura ambiente normal.

(a) Supervisión de trabajos. La clasificación de áreas, selección de equipos y métodos de alambrado deben estar bajo la supervisión de una persona calificada.

(b) Clasificación dual. En casos de áreas dentro de la misma instalación clasificada separadamente, se permite que las áreas Clase I Zona 2, linden, pero no se traslapen, con áreas Clase I, División 2. Las áreas Clase I Zonas 0 o 1 no deben lindar con áreas Clase I Divisiones 1 o 2.

(c) Reclasificación permitida. Se permite que un área Clase I Divisiones 1 o 2 se reclasifique como área Clase I Zona 0, 1 o 2, siempre y cuando todo el espacio que está clasificado debido a la presencia de una fuente de un solo gas o vapor inflamable sea reclasificado bajo los requisitos de este Artículo.

505-7. Agrupación y clasificación. Para efectos de las pruebas, aprobación y clasificación por áreas, las distintas mezclas de aire (en atmósferas no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar como se indica en (a), (b) y (c) a continuación:

Nota 1: El Grupo I está destinado para uso en tipos de atmósferas que contienen grisú (una mezcla de gases, compuesta principalmente por metano, que se encuentra bajo tierra, usualmente en minas). Esta norma no se aplica a instalaciones subterráneas en minas. Véase 1. Objetivo y Campo de Aplicación de esta norma.

El Grupo II se debe subdividir en los subgrupos IIC, IIB y IIA, como se indica en los literales (a) (b) y (c), de acuerdo con la naturaleza del gas o vapor, para técnicas de protección "d,", "ia,", "ib,", "[ia],", e "[ib]," y, donde sea aplicable, "n" y "o".

Nota 2: La subdivisión de gas y vapor como se describe anteriormente se basa en la distancia segura experimental máxima, en la corriente de ignición mínima o en ambas.

Nota 3: Para información adicional sobre el equipo de pruebas para determinar la distancia segura experimental máxima; así como para la clasificación de gases o vapores de acuerdo con su distancia segura experimental máxima y corriente de ignición mínima; véase el Apéndice B2.

Nota 4: La verificación del equipo eléctrico que utiliza técnicas de protección "e,", "m,", "p," y "q,", debido a la técnica de diseño, no requiere ensayos que involucren la distancia segura experimental máxima, o la corriente de ignición mínima. Por tanto, no se requiere subdividir el Grupo II para estas técnicas de protección.

NOTA 5: Es necesario que los significados de los diferentes marcados de equipos y la clasificación del Grupo II se observen cuidadosamente para evitar confusión con la Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D.

(a) Grupo IIC. Atmósferas que contienen acetileno, hidrógeno o gases inflamables o vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden arder o explotar, que tienen una distancia segura experimental máxima menor o igual que 0,50 mm, o una relación de corriente de ignición mínima menor o igual que 0,45.

Nota: Este grupo IIC equivale a una combinación de Clase I Grupo A y Clase I Grupo B, como se describió en las Secciones 500-5(a)(1) y (a)(2).

(b) Grupo IIB. Atmósferas que contienen acetaldehído, etileno o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden arder o explotar, que poseen una distancia segura experimental máxima mayor que 0,50 mm y menor o igual que 0,90 mm, o una relación de corriente de ignición mínima mayor que 0,45 y menor o igual que 0,80.

Nota: Este grupo IIB equivale al Grupo C de la Clase I, como se ha descrito en la Sección 500-5(a)(3).

(c) Grupo IIA. Atmósferas que contienen acetona, amoniaco, alcohol etílico, gasolina, metano, propano o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden arder o explotar, que tengan una distancia segura experimental máxima superior a 0,90 mm o una relación de corriente de ignición mínima mayor que 0,80.

Nota: Este grupo IIA equivale al Grupo D de la Clase I, como se ha descrito en la Sección 500-5(a)(4).

(d) Otros. Se permite que el equipo se apruebe para un gas o vapor específico, mezclas específicas de gases o vapores, o cualquier combinación específica de gases o vapores.

Nota: Un ejemplo común es el equipo marcado para "IIB + H_2".

505-8 Temperatura de Clase I. El marcado de temperatura especificado en la Sección 505-10(b) no debe exceder de la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se pueda encontrar.

Nota: Para información adicional relacionada con las temperaturas de ignición de gases y vapores, véase el Apéndice B2.

505-9. Clasificación por zonas. La clasificación por zonas debe cumplir con lo siguiente:

(a) Clase I Zona 0. Un área Clase I Zona 0 es un área donde:

(1) Están presentes continuamente concentraciones de gases o vapores inflamables; o

(2) Están presentes durante largos periodos de tiempo concentraciones de gases o vapores inflamables.

NOTA 1: Para información adicional para obtener orientación para determinar cuándo hay presencia de gases o vapores inflamables, continuamente o por largos períodos de tiempo, véase el Apéndice B2.

NOTA 2: Esta clasificación incluye el interior de tanques o recipientes ventilados que contengan líquidos inflamables volátiles; el interior de cabinas para procesos de rociado o recubrimiento mal ventilados, en los que se utilicen disolventes volátiles inflamables; la parte entre el exterior y el interior del techo de un tanque de techo flotante que contenga líquidos volátiles inflamables; el interior de recipientes, fosas y tanques abiertos que contengan líquidos volátiles inflamables; el interior de un ducto de escape que se utiliza para ventilar concentraciones inflamables de gases o vapores; y el interior de cabinas mal ventiladas que contengan normalmente instrumentos de venteo para el uso o análisis de fluidos inflamables y ventilados al interior de cabinas.

NOTA 3: No se recomienda instalar equipos eléctricos en áreas de la Zona 0, excepto cuando el equipo sea esencial para el proceso o cuando no sean viables otras áreas [véase la Sección 505-3(a) NOTA 2]. Si fuera necesario instalar sistemas eléctricos en lugares de Zona 0, se recomienda instalar sistemas intrínsecamente seguros como los descritos en el Artículo 504.

(b) Clase I Zona 1. Un área de Clase I Zona 1 es un área:

(1) En la que es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación, o

(2) En la que frecuentemente puede haber concentraciones de gases o vapores inflamables debido a operaciones de reparación o mantenimiento, o por fugas, o

(3) En la que se opera equipo o se llevan a cabo procesos de tal naturaleza que la avería u operación defectuosa del equipo podría producir la liberación de concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y causar además la falla simultánea de los equipos eléctricos, que pueden hacer que el equipo eléctrico se convierta en fuente de ignición, o

(4) Que es adyacente a un área Clase I, Zona 0, desde la que podrían trasladarse concentraciones inflamables de vapores, excepto si ese traslado se evita mediante una ventilación forzada (de presión positiva) adecuada desde una fuente de aire limpio y se suministran medios eficaces de protección contra fallas de la ventilación.

NOTA 1: Se consideran como operaciones normales las situaciones en que el equipo de planta opera dentro de sus parámetros de diseño. Las fugas menores de materiales inflamables pueden ser parte de operaciones normales. Las fugas menores incluyen aquellas provenientes de los empaques o sellos mecánicos de las bombas. No se consideran como operaciones normales las fallas que involucran reparación o parada total (como las rupturas de los asientos de las bombas y empaques de las bridas y los derrames producidos por accidentes).

NOTA 2: Esta clasificación incluye normalmente las áreas en las que se traspasan líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro. Las áreas cercanas a las operaciones de aplicación por rociado y pintura, en las que se utilizan disolventes inflamables; los compartimientos o salas de secado adecuadamente ventilados en los que se evaporan disolventes inflamables; los lugares adecuadamente ventilados que contengan equipo de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y tintado que utilizan líquidos inflamables volátiles; los cuartos de generadores a gas ventilados adecuadamente, y otras áreas de las plantas de producción de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper fácilmente; y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante su operación normal, pero no clasificados como Zona 0.

(c) Clase I Zona 2. Un área de Clase I Zona 2 es un área:

(1) En la que no es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones de operación normales y, si las hay, será durante un corto período de tiempo, o

(2) En la que se manipulan, procesan o utilizan líquidos inflamables volátiles, gases inflamables o vapores inflamables, pero en el cual los líquidos, gases o vapores están normalmente guardados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados de los que sólo pueden escapar como resultado de una rotura o avería accidental del recipiente o sistema, o como consecuencia de la operación anormal del equipo con el cual los líquidos o gases se manipulan, procesan o utilizan, o

(3) En la que normalmente las concentraciones de gases o vapores inflamables se evitan mediante ventilación mecánica forzada pero que pueden resultar peligrosas como consecuencia de la falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación, o

(4) Que está adyacente a un área Clase I, Zona 1 desde el que podrían trasladarse concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que ese traslado se evite mediante una ventilación forzada de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y dotada de medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA: La clasificación de la Zona 2 incluye normalmente las áreas donde se utilizan líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables pero que resultarían peligrosos sólo en caso de accidente o de alguna condición de operación inusual.

505-10. Aprobado, marcado y documentación.

(a) Aprobado. Se permite utilizar un equipo aprobado para la Zona 0 en la Zona 1 o Zona 2 para el mismo gas o vapor. Se permite que el equipo que esté aprobado para uso en un área de Zona 1 se utilice en un área de Zona 2 para el mismo gas o vapor.

(b) Marcado. Los equipos se deben marcar como se indica en (1) y (2) a continuación:

(1) Equipo por división. Se permite que el equipo aprobado para Clase I, División 1 o Clase I, División 2, además de estar marcado de acuerdo con la Sección 500-5(d), esté marcado con la siguiente información:

(a) Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2 (según sea aplicable), y

(b) Grupo(s) de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505-10(b)(2), y

(c) Clasificación de temperatura de acuerdo con la Sección 505-10(b)(3).

TABLA 505-10(b)(1).- Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona*
d	Envolvente a prueba de flama	1
e	Seguridad incrementada	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
[ia]	Aparatos asociados intrínsecamente seguros	No peligrosa
[ib]	Aparatos asociados intrínsecamente seguros	No peligrosa
m	Encapsulado	1
nA	Equipos que no producen chispas	2

nC	Equipos que producen chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, diferentes de los envolventes con respiración restringida	2
nR	Envolventes con respiración restringida	2
o	Inmersión en aceite	1
p	Purgado y presurizado	1 o 2
q	Relleno con polvo	1
* No se usa una designación cuando se utiliza una combinación de técnicas		

(2) Equipo por zona. El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección descritas en la Sección 505-4 se debe marcar con la siguiente información, en el orden presentado:

(a) Clase.

(b) Zona.

(c) Símbolo “AEx”.

(d) Técnica(s) de protección, de acuerdo con la Tabla 505-10 (b)(1).

(e) Grupo(s) de clasificación de gas aplicable de acuerdo con la Tabla 505-10(b)(2).

(f) Clasificación de temperatura de acuerdo con la sección 505-10(b)(3).

Excepción: Se exige que los aparatos asociados intrínsecamente seguros sólo estén marcados con (c), (d) y (e) anteriores.

NOTA 1: Un ejemplo de ese marcado exigido es “Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6.”

El equipo eléctrico con tipo de protección “e,”, “m,”, “p,”, o “q,” se debe marcar como Grupo II. El equipo eléctrico con tipo de protección “d,”, “ia,”, “ib,”, [ia], o [ib] se debe marcar como Grupo IIA, o IIB, o IIC, o para un gas vapor específico. El equipo eléctrico con tipo de protección “n” se debe marcar como Grupo II a menos que contenga dispositivos de corte encerrados, componentes no incendiarios o equipos o circuitos de energía limitada, en cuyo caso se debe marcar como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico. Los equipos eléctricos con otros tipos de protección se deben marcar como Grupo II, a menos que el tipo de protección utilizado por el equipo requiera que se deba marcar como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico.

NOTA 2: A continuación se presenta una explicación del marcado que se requiere.

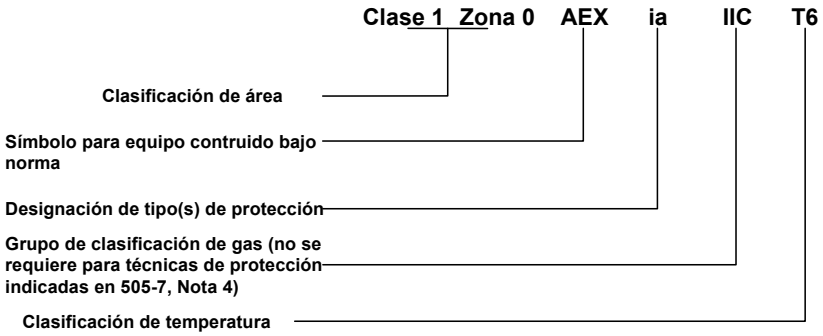


FIGURA 505-10 (b)(1)

TABLA 505-10(b)(2).- Grupos de clasificación de gas

Grupo de gas	Comentario
IIC	Véase la Sección 505-7(a)
IIB	Véase la Sección 505-7(b)
IIA	Véase la Sección 505-7(c)

(3) Clasificación por temperatura. El equipo aprobado debe estar marcado indicando la temperatura o intervalo de temperatura de operación con referencia a un ambiente de 40°C. Si se da el intervalo de temperatura, se debe indicar con los códigos de identificación que se incluyen en la Tabla 505-10(b)(3).

TABLA 505-10(b)(3).- Clasificación de la temperatura máxima superficial para equipos eléctricos del Grupo II

Clase de temperatura	Temperatura máxima superficial ºC
T1	≤ 450
T2	≤ 300
T3	≤ 200
T4	≤ 135
T5	≤ 100
T6	≤ 85

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente entre -20°C y +40°C no necesita marcado adicional de temperatura.

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente diferente de 20°C y +40°C se considera que es especial y entonces su intervalo de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb", junto con el intervalo especial de temperatura ambiente. El marcado podría ser, por ejemplo: "-30°C ≤ Ta ≤ + 40°C".

El equipo eléctrico adecuado para temperaturas ambiente superiores a 40ºC debe estar marcado tanto con la temperatura ambiente máxima, como con la temperatura de operación o intervalo de temperatura a esa temperatura ambiente.

Excepción 1: No se requiere que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de tubo (conduit), y los equipos de tipo generador de calor que tengan una temperatura máxima no mayor que 100ºC, lleven marcada la temperatura de operación o el intervalo de temperatura.

Excepción 2: Se permite que los equipos aprobados para áreas Clase I Divisiones 1 o 2 de acuerdo con las Secciones 505-20(b) y (c) estén marcados de acuerdo con la Sección 500-5(d) y la Tabla 500-5(d).

(c) Documentación para inmuebles industriales. Todas las áreas en inmuebles industriales designadas como (clasificadas) peligrosas, deben estar documentadas apropiadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, dar mantenimiento u operar el equipo eléctrico en el área.

NOTA: Para información adicional y ejemplos de planos de clasificación de áreas, véase el Apéndice B2.

505-15. Métodos de alambrado.

(a) Zona 0. En áreas Clase I Zona 0, únicamente se permiten los siguientes métodos de alambrado:

(1) Alambrado intrínsecamente seguro, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 504.

NOTA: El Artículo 504 solamente incluye la técnica de protección "ia".

(2) Se deben proporcionar sellos a una distancia no mayor que 3 m del sitio por donde el tubo (conduit) sale de un área de Zona 0. No debe haber uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, excepto reductores en el sello, en el tramo de tubo (conduit) entre el sello y el punto por el cual el tubo (conduit) sale del área.

Excepción: No se requiere que esté sellado un tubo (conduit) rígido continuo que pase completamente a través del área de Zona 0 sin accesorios a menos de 3 m más allá de cada límite, si los puntos de terminación en el tubo (conduit) continuo están en áreas no clasificadas.

(3) Se deben proporcionar sellos en los cables en el primer punto de terminación después de entrar en el área de Zona 0.

(4) No se exige que los sellos sean a prueba de explosión o a prueba de flama.

(b) Zona 1. En áreas Clase I Zona 1 se permiten todos los métodos de alambrado permitidos para áreas Clase I, División 1.

Cuando se utilicen métodos de alambrado para áreas Clase I, División 1, se debe proporcionar sellado y drenaje de acuerdo con la Sección 501-5(a), (c), (d) y (f), excepto que cuando se utilice el término "División 1", se debe sustituir por "Zona 1".

Se debe colocar un sello a prueba de explosión, construido de acuerdo con la Sección 501-5(c), a cada tubo (conduit) que entra en una envolvente con un tipo de protección "e" o "d", excepto cuando la envolvente con tipo de protección "d" esté marcada para indicar que no requiere sello.

Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección.

NOTA 1: Por ejemplo, el equipo con protección tipo "e" requiere que los sellos del tubo (conduit) o los accesorios del cable incluyan métodos adecuados para mantener el "grado de protección contra el ingreso" (mínimo IP54) de la envolvente; y para el tubo (conduit), sirve para mantener la integridad a prueba de explosión del sistema de tubo (conduit).

NOTA 2: Envolventes eléctricos diferentes proporcionan diferentes grados de "protección contra el ingreso". Las medidas aplicadas a las envolventes de los aparatos eléctricos incluyen:

(1) La protección de las personas contra el contacto o aproximación a partes energizadas y contra el contacto con partes móviles dentro de la envolvente (diferentes de los ejes rotatorios lisos y similares).

(2) La protección de los aparatos dentro de la envolvente contra el ingreso de cuerpos sólidos extraños, y

(3) La protección de los aparatos dentro de la envolvente contra el ingreso dañino de agua.

(c) Zona 2. En áreas Clase I, Zona 2 se permiten todos los métodos de alambrado permitidos para áreas Clase I, División 2. Se debe proporcionar sellado y drenaje de acuerdo con la Sección 501-5(b), (c), (e) y (f), excepto que cuando se utilice el término "División 2", se debe sustituir por "Zona 2", y cuando se utilice "División 1", se debe sustituir por "Zona 1".

Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de la técnica de protección.

(d) Obstáculos sólidos. El equipo a prueba de flama con juntas bridadas no se debe instalar de manera que las aberturas bridadas estén más cerca que las distancias mostradas en la Tabla 505-15, de cualquier obstáculo sólido que no sea parte del equipo (como objetos de acero, paredes, protectores contra la intemperie, abrazaderas de montaje, tubería u otro equipo eléctrico), a menos que el equipo esté aprobado para una distancia de separación menor.

TABLA 505-15.- Distancia mínima de los obstáculos desde aberturas bridadas a prueba de flama "d"

Grupo de gases	Distancia mínima mm
IIC	40
IIB	30
IIA	10

505-20. Equipos

(a) Zona 0. En áreas Clase I, Zona 0 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

Excepción: Se permite utilizar equipos intrínsecamente seguros aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 para el mismo gas, o como se permite en la Sección 505-7(d) y con una apropiada temperatura nominal.

(b) Zona 1. En áreas Clase I Zona 1 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

Excepción: Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 o aprobados para uso en áreas Clase I, Zona 0 para el mismo gas, o como se permite en la Sección 505-7(d) y con una apropiada temperatura nominal.

(c) Zona 2. En áreas Clase I, Zona 2 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

Excepción 1: Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Clase I Zona 0 o Zona 1 para el mismo gas, o como se permite en la Sección 505-7(d) y con una apropiada temperatura nominal.

Excepción 2: Se permite utilizar equipos aprobados para su uso en áreas Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas, o como se permite en la Sección 505-7(d) y con una apropiada temperatura nominal.

Excepción 3: En áreas Clase I Zona 2 se permite la instalación de motores abiertos o motores cerrados que no son a prueba de explosión ni a prueba de flama, como los motores de inducción de jaula de ardilla sin escobillas, los mecanismos de conmutación o dispositivos similares que producen arcos eléctricos, no identificados para uso en un área Clase 1 Zona 2.

NOTA 1: Es importante considerar la temperatura de las superficies interna y externa que pueden estar expuestas a la atmósfera inflamable.

NOTA 2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes que producen arcos a través de discontinuidades y de sobrecalentamiento de partes en envolventes de múltiples secciones de motores y generadores de gran tamaño. Estos motores y generadores pueden necesitar puentes de conexión equipotencial a través de las juntas en la envolvente y de la envolvente a tierra. Si se sospecha la presencia de gases o vapores inflamables, se puede necesitar una purga con aire limpio inmediatamente antes de los periodos de arranque y durante ellos.

(d) Instrucciones del fabricante. El equipo eléctrico instalado en áreas peligrosas (clasificadas) se debe instalar de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante (si existen).

505-21 Motores y generadores de seguridad incrementada "e". En áreas Clase I, Zona 1, los motores y generadores de seguridad incrementada "e", de todas las capacidades nominales de tensión, se deben aprobar para áreas Clase I, Zona 1 y deben cumplir con lo siguiente:

(1) Los motores se deben marcar con la relación de corriente, I_A/I_N y un tiempo t_E**.**

(2) Los motores deben tener los controladores identificados con el número de modelo o de identificación, potencia nominal de salida en kW (CP), corriente de plena carga en amperes, relación de corriente de arranque (I_A / I_N) y tiempo (t_E) de los motores que van a proteger; el marcado del controlador también debe incluir el tipo específico de protección contra sobrecarga (y ajuste, si es aplicable) que está aprobado con el motor o generador.

(3) Las conexiones se deben hacer con las terminales específicas aprobadas con el motor o generador.

(4) Se permite que las cajas de las terminales sean de un material sólido, no metálico y no combustible, y que estén equipadas con medios internos para puesta a tierra entre la carcasa del motor y la conexión de puesta a tierra del equipo, incorporados dentro de la caja.

(5) Las disposiciones de la parte C del Artículo 430 se deben aplicar independientemente de la capacidad nominal de tensión del motor.

(6) Los motores se deben proteger contra sobrecarga por un dispositivo separado que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que dispare, o debe tener una capacidad nominal de acuerdo con la aprobación del motor y su protección contra sobrecarga.

(7) Las Secciones 430-34 y 430-44 no se deben aplicar a estos motores, y

(8) La protección contra sobrecarga del motor no se debe bloquear o quitar durante el período de arranque.

505-25. Puesta a tierra y unión. La puesta a tierra y las uniones deben cumplir lo establecido en el Artículo 250 y en la Sección 501-16.

ARTICULO 510-AREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS)-ESPECIFICAS

510-1. Alcance. Los Artículos 511 al 517 establecen requisitos para locales o partes de locales que son o que pueden ser peligrosos debido a la concentración atmosférica de líquidos, gases o vapores inflamables, o debido a la acumulación o depósitos de materiales que pueden ser de fácil ignición.

510-2. Generalidades. Las disposiciones generales de esta norma y lo especificado en los Artículos 500 al 504 se aplican al alambrado eléctrico y equipo en locales dentro del alcance de los Artículos 511 al 517, excepto aquellas reglas modificadas en esos Artículos. Cuando en un lugar específico existan condiciones inusuales, una persona calificada debe decidir sobre la aplicación de las reglas específicas.

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

511-1. Alcance. Estos lugares incluyen los locales empleados para trabajos de servicio y reparación de vehículos automotores (incluyendo automóviles, autobuses, camiones, tractores, etc.) en los cuales los líquidos volátiles inflamables son utilizados como combustible o fuente de energía.

511-2. Areas. Las áreas donde el combustible inflamable es transferido a los tanques de combustible de los vehículos deben cumplir con el Artículo 514. Los talleres de servicio, estacionamientos, áreas de almacenamiento, y lugares donde no se hagan trabajos de reparación, sino sólo se intercambien partes y se dé mantenimiento de rutina que no requiera el uso de equipo eléctrico, flama expuesta, soldadura o el uso de líquidos volátiles inflamables, no son áreas clasificadas.

NOTA: Para información adicional sobre estructuras para estacionamientos, así como para talleres de reparación, véase el Apéndice B2.

511-3. Areas Clase I. Clasificadas según el Artículo 500.

a) Hasta un nivel de 45 cm sobre el nivel del piso. Para cualquier piso, el área completa hasta un nivel de 45 cm por arriba del piso, debe ser considerada como área Clase I, División 2.

Excepción: Cuando se determine que existe ventilación mecánica que provee un mínimo de cuatro cambios de aire por hora.

b) Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso. Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso debe considerarse como área Clase I, División 1 hasta el nivel del piso, excepto cuando en ellas haya seis cambios de aire por hora y el aire sea expelido hasta el nivel del piso, en cuyo caso puede declararse Clase I, División 2.

Excepción: Los locales de servicio y lubricación sin surtidores (dispensarios), deben clasificarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 514-2.

c) Superficies adyacentes a áreas definidas o con ventilación de presión positiva. No deben ser consideradas peligrosas (clasificadas) las superficies adyacentes a áreas definidas en las cuales no es probable que se desprendan vapores inflamables, tales como cuartos de almacenamiento, cuartos de tableros de distribución y otros lugares similares, cuando tengan ventilación mecánica a razón de cuatro o más cambios de aire por hora o estén separados efectivamente por paredes o divisiones.

d) Superficies adyacentes por permiso especial. Cuando a juicio de la persona calificada que exige el cumplimiento de esta norma, las superficies adyacentes, tales que por razón de ventilación, presión diferencial de aire o distanciamiento físico, no ofrecen peligro de ignición, se permite considerarlas como no peligrosas.

e) Surtidores (dispensarios) de combustible. Cuando existan surtidores de combustible (que no sea gas de petróleo licuado, lo que está prohibido) colocadas dentro de la propiedad, deben cumplir con los requisitos del Artículo 514.

Cuando se provee ventilación mecánica en el lugar de despacho, los controles deben estar bloqueados electromecánicamente de manera que el surtidor no pueda funcionar sin ventilación, según lo indicado en 500-7(b).

f) Equipo portátil de alumbrado. El equipo portátil de alumbrado debe estar equipado con manija, portalámparas, gancho y protección sustancial fijada al portalámparas o a la manija. Todas las superficies exteriores que puedan hacer contacto con terminales de baterías, terminales de alambrado y otros objetos, deben ser de material no conductor o deben estar efectivamente protegidas con aislamiento. Los portalámparas deben ser de un tipo sin desconectador y no deben estar provistos de dispositivos para conectar clavijas. La envoltura exterior debe ser de compuesto moldeado o de otro material adecuado. A menos que la lámpara y su cordón estén soportados o dispuestos de tal manera que no puedan utilizarse en áreas clasificadas según 511-3, deben ser aprobados para áreas Clase I, División 1.

511-4. Alambrado y equipos en áreas Clase I. El alambrado y los equipos instalados en áreas Clase I como se definen en 511-3, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501. Las canalizaciones embutidas en paredes de mampostería o enterradas debajo de un piso, deben considerarse como pertenecientes al área Clase I que está por encima del piso, si cualquier conexión o extensión entra o atraviesa tales áreas.

Excepción: Se permite utilizar tubo (conduit) rígido no metálico que cumpla lo establecido en el Artículo 347, cuando esté enterrado a no menos de 60 cm bajo la cubierta. Cuando se utilice tubo (conduit) rígido no metálico, en los últimos 60 cm del tramo subterráneo hasta que salga al punto de conexión de la canalización sobre el suelo, se debe utilizar tubo metálico (conduit) tipo pesado roscado o tubo de acero (conduit) semi pesado roscado y además se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos que dé continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

511-5. Sellado. Deben proveerse sellos aprobados que cumplan los requisitos indicados en 501-5 y se deben aplicar los requisitos establecidos en 501-5(b)(2), a los límites horizontales y verticales de las áreas definidas Clase I.

511-6. Alambrado en espacios por encima de áreas Clase I

a) Alambrado fijo encima de áreas Clase I. Todo el alambrado fijo encima de áreas Clase I debe estar en canalizaciones metálicas, o en tubo (conduit) metálico, no metálico, metálico flexible, metálico flexible hermético a líquidos, no metálico flexible hermético a líquidos, sistemas de alambrado manufacturado con cable tipo MC o MI o cables PLTC de acuerdo con lo establecido en el Artículo 725, o cable tipo TC. Las canalizaciones de pisos celulares metálicos o pisos celulares de concreto, pueden utilizarse solamente para alimentar salidas del plafón o extensiones hacia el área por debajo del piso, pero dichas canalizaciones no deben tener conexiones que lleven dentro o a través de cualquier área Clase I por encima del piso.

b) Colgantes. Los cordones flexibles para suspender aparatos colgantes deben ser adecuados para ese servicio y aprobados para uso rudo.

c) Conductores puestos a tierra y de puesta a tierra. Cuando un circuito que alimente accesorios colgantes o portátiles incluya un conductor de puesta a tierra como se indica en el Artículo 200, los receptáculos, clavijas, conectores y dispositivos similares deben tener una terminal de puesta a tierra, y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe conectarse al tornillo del casquillo roscado de cualquier portalámparas o a la terminal puesta a tierra de cualquier equipo de utilización suministrado. Deben proveerse dispositivos adecuados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica de luminarios colgantes, lámparas portátiles y equipo portátil de utilización.

d) Receptáculos fijos. Los receptáculos fijos deben estar colocados por encima del nivel de cualquier área definida como Clase I, o estar aprobados para el área.

511-7. Equipo por encima de áreas Clase I

a) Equipo que produzca arcos. El equipo que esté a menos de 3,5 m por encima del nivel piso, y que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como cortacircuitos, tableros para carga de baterías, generadores, motores u otros equipos (excluyendo los receptáculos, lámparas y portalámparas), que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o construidos para impedir el escape de chispas o partículas metálicas calientes.

b) Alumbrado fijo. Los portalámparas y las lámparas de alumbrado fijo que están localizados sobre vías por las cuales circulan habitualmente vehículos, o que puedan de otra manera estar expuestas a daños físicos, deben ser colocadas a no menos de 3,5 m por encima del nivel del suelo, a menos que sean del tipo totalmente cerrado, o construidos para impedir la salida de chispas o partículas metálicas calientes.

511-8. Cargadores de baterías. Los cargadores de baterías y sus equipos de control, y las baterías que estén siendo cargadas, no deben localizarse dentro de las áreas clasificadas en 511-3.

511-9. Carga de vehículos eléctricos

a) Generalidades. Todo equipo y alambrado eléctrico debe ser instalado de acuerdo con lo indicado en el Artículo 625, a excepción de lo indicado en los incisos siguientes. Los cordones flexibles deben estar aprobados para uso extra rudo.

b) Ubicación de los conectores. No debe colocarse ningún conector dentro de un área Clase I como se define en 511-3.

c) Conexiones de clavijas para vehículos. Cuando las clavijas sean proveídas para conexión directa a los vehículos, el punto de conexión no debe estar dentro de un área Clase I, como lo define la Sección 511-3, y cuando el cordón esté suspendido, debe ser colocado de tal modo que el punto inferior de la catenaria quede al menos a 15 cm por encima del piso. Cuando un arreglo automático es suministrado para jalar tanto al cordón como a la clavija fuera del alcance de daño físico, no se requiere ningún conector adicional en el cable o en la caja de salida.

511-10. Interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal. Todos los receptáculos monofásicos de 120 V o 127 V, 15 A y 20 A, instalados en áreas donde haya equipo de diagnóstico eléctrico, herramientas de mano eléctricas, o equipo portátil de alumbrado, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.

511-16. Puesta a tierra. Toda canalización metálica, cables con pantalla metálica, y toda parte metálica no destinada a conducir corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo o portátil, sin importar la tensión eléctrica, se deben poner a tierra como lo indica el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-16.

ARTICULO 513-HANGARES DE AVIACION

513-1. Alcance. Este Artículo se debe aplicar a edificaciones o estructuras en cuyo interior se guardan o almacenan aeronaves que contengan líquidos Clase I (inflamables) o líquidos Clase II (combustibles) cuyas temperaturas estén por encima de sus puntos de inflamación, en las cuales las aeronaves pueden ser sometidas a servicio, reparación o alteraciones. No se debe aplicar a lugares utilizados exclusivamente para aeronaves que nunca han tenido combustible o aeronaves sin combustible.

NOTA 1: Para información adicional sobre hangares de aviación, como las definiciones de hangar para aeronaves y aeronaves sin combustible, véase el Apéndice B2.

NOTA 2: Para información adicional sobre clasificación de combustibles, véase el Apéndice B2.

513-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, se deben aplicar las siguientes definiciones.

Equipo móvil: Equipos con componentes eléctricos adecuados para ser movidos únicamente con ayudas mecánicas o que están dotados de ruedas para ser desplazados por personas o dispositivos que los impulsen.

Equipo portátil: Equipo con componentes eléctricos adecuados para ser movidos por una sola persona sin necesidad de ayudas mecánicas.

513-3. Clasificación de áreas

a) Por debajo del nivel del piso. Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso del hangar se considera como área Clase I, División 1, que se extiende hasta el nivel de dicho piso.

b) Areas no separadas ni ventiladas. Toda el área del hangar, incluyendo las áreas adyacentes y de acceso, que no estén adecuadamente separadas del hangar, se clasifican como áreas Clase I, División 2, hasta una altura de 45 cm sobre el nivel del piso.

c) Area próxima a las aeronaves. Las áreas circundantes hasta una distancia de 1,50 m medida horizontalmente desde los motores o tanques de combustible de las aeronaves, deben ser clasificadas como áreas Clase I, División 2, y deben extenderse verticalmente desde el piso hasta un nivel de 1,50 m por arriba de la superficie superior de las alas y de las envolventes de los motores.

d) Areas adecuadamente separadas o ventiladas. Las áreas adyacentes en las cuales no es probable la emisión de vapores o líquidos inflamables, tales como cuartos de depósito, cuartos de control eléctrico y otros lugares similares, no se clasifican como peligrosas cuando se ventilan adecuadamente y cuando se separan efectivamente del hangar por medio de muros o divisiones.

513-4. Alambrado y equipo en áreas Clase I. Todo alambrado y equipo que sea o pueda ser instalado u operado dentro de cualquiera de las áreas Clase I definidas en 513-3, debe cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 501. Todo alambrado instalado en o bajo el piso del hangar, debe cumplir con los requisitos de las áreas Clase I, División 1. Cuando tal alambrado sea instalado en bóvedas, fosas o ductos, se debe proveer un drenaje adecuado.

Las clavijas y receptáculos en áreas Clase I deben estar aprobados para áreas Clase I o diseñados de modo que no sean energizados mientras se estén conectando o desconectando.

513-5. Alambrado fuera de áreas Clase I

a) Alambrado fijo. Todo alambrado fijo en un hangar, pero fuera de áreas Clase I como se definen en la Sección 513-3, debe instalarse en canalizaciones metálicas o con cables tipo MI, TC o MC.

Excepción: El alambrado instalado en áreas no clasificadas como las definidas en 513-3(d), puede ser de cualquiera de los tipos especificados en el Capítulo 3.

b) Alambrado Colgante. Para alambrado colgante se debe utilizar cordón flexible adecuado al tipo de servicio y aprobado para uso rudo. Cada cordón debe incluir un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

c) Equipo portátil. En equipo de utilización y lámparas portátiles se debe utilizar cordón flexible adecuado al tipo de servicio y aprobado para uso extra rudo. Cada cordón debe incluir un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

d) Conductores puestos a tierra y de puesta a tierra. Cuando un circuito alimente a aparatos portátiles o colgantes e incluya un conductor puesto a tierra identificado como se indica en el Artículo 200, los receptáculos, las clavijas, conectores y dispositivos similares deben ser del tipo de puesta a tierra, y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe conectarse al tornillo del casquillo roscado del portalámpara o a la terminal puesta a tierra de cualquier equipo de utilización suministrado. Se deben proveer los dispositivos adecuados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de luminarios colgantes, lámparas portátiles y equipo de utilización portátil.

513-6. Equipo fuera de áreas Clase I

a) Equipo que produzca arcos. En áreas diferentes a las descritas en 513-3, el equipo que esté a menos de 3 m, arriba de las alas y envolventes de los motores de las aeronaves y que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, cortacircuitos, desconectador, receptáculos, tableros de carga, generadores, motores u otros equipos que tengan contactos de cierre y apertura o contactos deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o construido para impedir el escape de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: Equipo en áreas descritas en 513-3(d), pueden ser del tipo de uso general.

b) Portalámparas. Los portalámparas en envolvente metálica, con forro de fibra no se deben usar para lámpara fija incandescente.

c) Equipo portátil para alumbrado. El equipo portátil de alumbrado que se use dentro de un hangar debe estar aprobado para el área en la cual va a ser utilizado.

d) Equipo portátil. El equipo portátil de utilización que sea o pueda ser utilizado dentro de un hangar debe ser del tipo adecuado para su uso en áreas Clase I, División 2.

513-7. Puntales, andamios y plataformas

a) En áreas Clase I. El alambrado eléctrico, salidas y equipo (incluyendo las lámparas) eléctricos, que estén ubicados encima o fijos a puntales, andamios o plataformas, que sean o puedan estar localizados en áreas Clase I como se define en 513-3(c), deben cumplir con los requisitos para áreas Clase I, División 2.

b) En áreas que no son Clase I. Cuando los puntales, andamios o plataformas no estén o pudieran estar en un área Clase I como se define en 513-3(c), el alambrado y equipo debe cumplir con lo indicado en 513-5 y 513-6, excepto cuando estén a menos de 45 cm del suelo en cualquier posición deben cumplir con la Sección 513-7(a) anterior. Los receptáculos y clavijas deben tener un dispositivo de retención para que no se desconecten fácilmente.

c) Tipo móvil. Los puntales móviles con equipo eléctrico que cumpla con 513-7(b) anterior debe llevar por lo menos una señal fija de advertencia con la leyenda:

"PRECAUCION. MANTENER A MAS DE 1,5 m DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS AREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE"

513-8. Sellado. Se deben colocar sellos aprobados de acuerdo con lo indicado en 501-5. Se deben aplicar los requisitos de sellado indicados en 501-5 (a) (4) y (b) (2), a los límites, tanto horizontales como verticales, de las áreas clasificadas como Clase I. Las canalizaciones embutidas en un piso de concreto o enterradas bajo el piso se deben considerar como pertenecientes al área Clase I que esté arriba del piso.

513-9. Sistemas eléctricos de las aeronaves. Los sistemas eléctricos de las aeronaves se deben desenergizar cuando estén dentro de un hangar, y siempre que sea posible, mientras reciba mantenimiento y servicio.

513-10. Baterías de aeronaves, cargadores y equipo. Las baterías de las aeronaves no deben cargarse cuando estén instaladas en una aeronave ubicada completa o parcialmente dentro de un hangar. Los cargadores de baterías y su equipo de control no deben localizarse u operarse dentro de cualquier área Clase I definida en 513-3, y deben colocarse de preferencia en un local separado del edificio o en alguna área de las descritas en 513-3(d). Los cargadores móviles deben llevar al menos una señal fija de advertencia con la leyenda:

"PRECAUCION, MANTENER A MAS DE 1,5 m DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS AREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE"

Las mesas, bastidores, soportes y alambrado, no deben estar localizados dentro de áreas Clase I, y además deben cumplir con los requisitos del Artículo 480.

513-11. Fuentes de alimentación externas para energizar las aeronaves

a) A no menos de 45 cm sobre el piso. Los dispositivos eléctricos externos dedicados a proporcionar energía a las aeronaves deben estar diseñados y montados de tal modo que todo su equipo eléctrico y sus alambrados fijos estén por lo menos a 45 cm por encima del nivel del piso, y no deben operarse en áreas Clase I como las definidas en 513-3(c).

b) Marcado en las unidades móviles. Los dispositivos móviles de alimentación eléctrica deben llevar por lo menos una señal de advertencia permanentemente fija con la siguiente leyenda:

"PRECAUCION. MANTENER A MAS 1,5 m DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS AREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE"

c) Cordones. Los cordones flexibles para las fuentes de energía de las aeronaves y de equipo auxiliar en tierra, deben ser adecuados para el tipo de servicio y aprobados para uso extra rudo y deben incluir un conductor de puesta a tierra de equipo.

513-12. Equipos móviles de mantenimiento con componentes eléctricos

a) Generalidades. El equipo móvil de mantenimiento (tales como aspiradoras, compresores de aire, ventiladores y similares), que tengan equipo y alambrado eléctrico inadecuado para áreas Clase I, División 2, deben estar diseñados y montados de tal modo que el alambrado fijo y el equipo queden por lo menos a 45 cm sobre el nivel del piso. Este equipo móvil no debe funcionar en las áreas Clase I definidas en 513-3(c) y deben llevar por lo menos una señal fija de advertencia con la leyenda:

"PRECAUCION, MANTENER A MAS DE 1,5 m DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS AREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE"

b) Cordones y conectores. Los cordones flexibles para equipo móvil deben ser adecuados para el tipo de servicio y aprobados para uso extra rudo, e incluir un conductor de puesta a tierra de equipo. Las clavijas y receptáculos deben estar aprobados para el área en que sean instalados y tener un medio para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo.

c) Usos restringidos. El equipo que no sea adecuado para áreas Clase I, División 2, no debe hacerse funcionar en áreas donde puedan efectuarse maniobras de mantenimiento susceptibles de provocar el desprendimiento de líquidos inflamables o vapores.

513-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las armaduras metálicas o pantallas metálicas de cables, así como todas las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo o portátil, cualquiera que sea su tensión eléctrica, deben ser puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-16.

ARTICULO 514-GASOLINERIAS Y ESTACIONES DE SERVICIO

514-1. Definiciones

Una gasolinería y una estación de servicio: son lugares en los que se transfiere gasolina u otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables a los tanques de combustible (incluidos los tanques de combustible auxiliares) de vehículos automotores o a recipientes aprobados.

NOTA 1: Otras áreas utilizadas, como lugares para lubricación, zonas de servicio, zonas de reparaciones, oficinas, salas de ventas, cuarto de compresores y lugares similares, deben cumplir con los Artículos 510 y 511, con respecto al alambrado y equipo eléctrico.

NOTA 2: Véase 555-10 para surtidores (dispensarios) de combustible en marinas y muelles de embarcaciones menores.

Estación dual: Estación de servicio en la que pueden suministrarse al mismo tiempo gas natural comprimido (GNC) o gas natural licuado o gas licuado de petróleo (gas L.P.) e hidrocarburos líquidos, principalmente gasolina y diesel.

514-2. Clasificación de locales.

a) Locales no clasificados. Cuando una persona calificada determine que en un local no se van a manejar líquidos inflamables que tengan un punto de inflamación por debajo de los 38ºC, como la gasolina, no se requiere que esa área se clasifique como peligrosa.

b) Locales Clasificados

1) Areas Clase I. La Tabla 514-2(b)(1) debe ser aplicada donde sean almacenados, manejados o surtidos líquidos, Clase I y usada para delinear y clasificar las estaciones de servicio, talleres de servicio, de reparación y estacionamiento comercial para vehículos automotores, que están definidos en el Artículo 511. La Tabla 515-2 debe aplicarse en la clasificación de tanques superficiales. Un área Clase I, no se debe extender más allá de una pared no perforada, techo u otra división sólida.

2) Areas de gas natural comprimido, gas natural licuado y gas licuado de petróleo. La Tabla 514-2(b)(2) debe aplicarse y utilizarse para delinear y clasificar superficies en donde se almacene, maneje o surta gas natural comprimido, gas natural licuado o gas licuado de petróleo. Cuando los dispensarios de gas natural comprimido o gas natural licuado se instalen debajo de algún tipo de techumbre, esta última debe estar diseñada de forma tal que evite la acumulación o confinación de vapores de fácil ignición, o todo el equipo eléctrico instalado bajo la techumbre debe ser aprobado para áreas de Clase I, División 2. Los dispensarios para gas licuado de petróleo deben instalarse a no menos de 1,5 m de cualquier otro dispensario para líquidos de Clase I.

NOTA: Para mayor información sobre estaciones para surtir gas a automotores, véase la NOM-010-SECRE y la NOM-003-SEDG.

Tabla 514-2(b)(1). Areas peligrosas (clasificadas) Clase I: Estaciones de servicio y autoconsumo

Area	Clase I Grupo D División	Extensión del área clasificada
Tanques subterráneos boquillas de llenado	1	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso estando cualquier parte de ellos dentro de un área clasificada División 1 o 2.
	2	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso, dentro de un radio horizontal de 3 m medidos desde una conexión no hermética de llenado y dentro de un radio horizontal de 1,5 m medidos desde una conexión hermética de llenado.
Venteo con descarga hacia arriba	1	Dentro de una esfera de 1 m de radio desde la abertura del orificio de venteo extendiéndose en todas direcciones.
	2	Espacio comprendido en una esfera de 1,5 m de radio desde la abertura del orificio de venteo, extendiéndose en todas direcciones.
Surtidores (dispensarios) (excepto del tipo elevado) Fosas. Surtidores Exteriores	1	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso, cualquier parte de ellos dentro de un área clasificada como División 1 o 2.
	2	Dentro de 45 cm medidos horizontalmente en todas las direcciones extendiéndose hasta el nivel del piso desde (1) envolventes del surtidor, o (2) la parte de la envolvente del surtidor que contiene las componentes que manejan líquidos.
	2	Hasta 45 cm por encima del nivel de piso, dentro de 6 m medidos horizontalmente, desde cualquier lado externo del surtidor.
Surtidores (dispensarios) Tipo elevado (con carrete montado en el techo)	1	El espacio dentro de la envolvente del surtidor y todo el equipo eléctrico integrado que forma parte de la manguera surtidora o pistola para despacho.
	2	Un espacio que se extiende 45 cm horizontalmente en todas direcciones más allá de la envolvente extendiéndose hasta el piso.
	2	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso dentro de 6 m medidos horizontalmente desde un punto verticalmente por debajo de la parte exterior de la envolvente de cualquier surtidor.
Pistola para despacho.	1	Dentro de una esfera de 1,0 m de radio desde el orificio de la pistola extendiéndose en todas direcciones.
	2	Espacio comprendido en una esfera de 1,5 m de radio desde el orificio de la pistola extendiéndose en todas direcciones.
Bombas remotas interiores	1	Todo el espacio dentro de cualquier fosa.
	2	Dentro de 1,5 m desde cualquier lado exterior de la bomba, extendiéndose en todas direcciones, también, hasta 1 m sobre el nivel de piso dentro de 8 m medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la bomba.
Bombas remotas exteriores	1	Las fosas que se ubiquen bajo el nivel de piso si cualquier parte de ellas se localiza a una distancia hasta de 3 m de cualquier punto exterior de la bomba.
	2	Dentro de 1 m desde cualquier borde de la bomba extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 50 cm sobre nivel de piso, y hasta 3 m horizontalmente desde cualquier borde de la bomba.
Areas de servicio o lubricación	2	El área entera dentro de cualquier fosa usada para lubricación o servicios similares donde sean usados líquidos Clase 1.
	2	Areas hasta 45 cm m por encima de tales fosos y extendiéndose una distancia de 1 m medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la fosa.
	2	El área completa dentro de cualquier fosa no ventilada, cualquier área bajo el piso.
	2	El área hasta 45 cm sobre tales fosas no ventiladas, el área de trabajo bajo el piso extendiéndose una distancia de 1 m medidos horizontalmente desde el exterior de tales fosas, el área de trabajo bajo el piso de trabajo subterráneo.

Area	Clase I Grupo D División	Extensión del área clasificada
	No clasificadas	Cualquier fosa, área de trabajo bajo el piso o área subterránea de trabajo, que están ventiladas de acuerdo con lo indicado en 511-3.
Tiendas, bodegas y baños	No clasificada	Si existe cualquier abertura a estas áreas de la extensión de una División 1, el área completa debe ser clasificada como División 1.
Envolventes de equipos	1	Cualquier espacio dentro de la envolvente donde el vapor o el líquido está presente bajo condiciones normales de operación.
Ventiladores de vacío asistido	2	El espacio dentro de 45 cm en todas las direcciones y que se extiende hasta el nivel del piso. Hasta 45 cm sobre el nivel del piso y hasta 3 m horizontalmente.

TABLA 514-2(b)(2).- Superficies clasificadas, equipo eléctrico para surtidores de combustible

Surtidor	Extensión de la superficie clasificada	
	Clase I, División 1	Clase I, División 2
Gas Natural Comprimido	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor	1,5 m en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas Natural Licuado	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor y 1,5 m en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor	Desde 1,5 m hasta 3 m en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas de Petróleo Licuado	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor; 45 cm de la superficie exterior de la cubierta del surtidor hasta una elevación de 1,2 m sobre la base del surtidor; toda la fosa o espacio abierto por debajo del surtidor y dentro de 6 m horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor cuando la fosa o trinchera no está ventilada mecánicamente.	Hasta 45 cm sobre el nivel del piso y dentro de 6 m horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor, incluyendo fosas y trincheras dentro de esta área cuando se provee con ventilación mecánica adecuada

514-3. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I. Todo el alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I definidas en 514-2 deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

Excepción: Lo que se permite en la Sección 514-8.

NOTA: Para requisitos especiales en el aislamiento de los conductores, Véase 501-13.

514-4. Alambrado y equipo por encima de áreas Clase I. El alambrado y equipo por encima de las áreas Clase I definidas en 514-2, deben cumplir con las Secciones 511-6 y 511-7.

514-5. Medios de desconexión de los circuitos

a) Generalidades. Cada circuito que termine o pase a través (del interior) de un equipo surtidor (dispensario), incluyendo equipo para sistemas de bombeo remoto, deben estar provistos con un desconectador claramente identificado y de fácil acceso u otro equipo adecuado, localizado lejos del surtidor (dispensario), para desconectar simultáneamente de la fuente de suministro todos los conductores del circuito, incluyendo el conductor puesto a tierra, si existe.

No se permite utilizar desconectadores monopolares en los que sus manijas estén unidas.

En cada circuito debe instalarse en interruptor automático con disparo por protección de falla a tierra.

Las estaciones de servicio o autoconsumo, deben tener obligatoriamente como mínimo, tres controles para el paro de emergencia del tipo contacto sostenido (de golpe), que desconecten de la fuente de energía a todos los circuitos que se especifican en el inciso (a) anterior.

Los controles de emergencia se deben localizar, uno en el interior de la oficina de la estación, donde habitualmente existe personal; otro en la fachada principal del edificio de oficinas y otro en cada grupo de surtidores (dispensarios). Los controles instalados en la zona de surtidores (dispensarios), deben estar aprobados para Clase I, Grupo D. Los controles deben ser restablecidos manualmente de una manera aprobada.

b) Estaciones de autoservicio atendidas. Los controles de emergencia especificados en 514-5(a) anterior deben instalarse en un lugar aceptable para la persona calificada, pero no deben estar a más de 30 m de los surtidores.

c) Estaciones de autoservicio no atendidas. Los controles de emergencia especificados en la Sección 514-5(a) se deben instalar en un lugar aceptable para la persona calificada, pero deben estar a más de 6 m y a menos de 30 m de los surtidores. En cada grupo de surtidores o equipo de control exterior utilizado para controlar los surtidores, se deben instalar controles adicionales de emergencia. Los controles de emergencia deben interrumpir toda la potencia a todos los equipos surtidores de la estación. Los controles sólo se deben poder reposicionar manualmente de una manera aprobada por la persona calificada.

NOTA: Para información adicional sobre estaciones de servicio en marinas y para automóviles, véase el Apéndice B2.

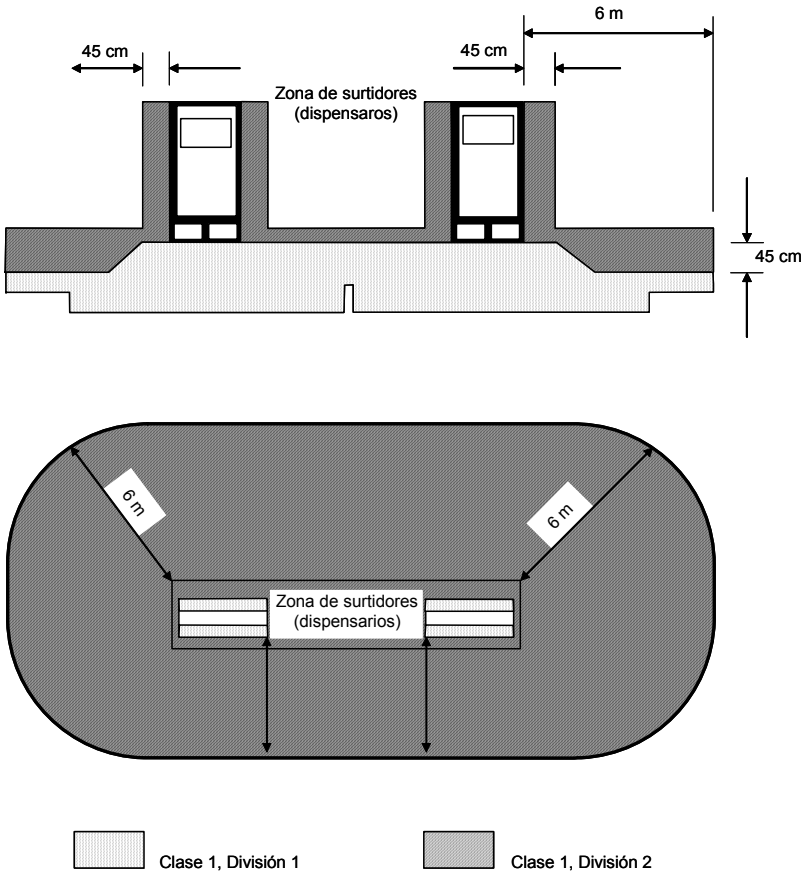


FIGURA 514-2.- Diagrama de áreas peligrosas (clasificadas) adyacentes a los surtidores de gas natural y gas L.P. (dispensarios) como se detalla en la tabla 514 (b) (2)

514-6 Disposiciones para mantenimiento y reparación del surtidor.

Cada dispositivo surtidor debe estar equipado con un medio para retirar todas las fuentes de tensión externa, incluida la de realimentación, durante los periodos de mantenimiento y reparación del surtidor.

514-7. Sellado

a) En el surtidor (dispensario). En todos los tramos de tubo (conduit) que entren o salgan de un surtidor (dispensario) o de cualquier cavidad o envolvente en comunicación directa con éste, debe colocarse un sello aprobado. El accesorio de sellado debe ser el primer accesorio después de que el tubo (conduit) sale de la tierra o del concreto.

b) En los límites. Se deben proveer sellos adicionales de acuerdo con lo indicado en 501-5. Los límites horizontales y verticales de las áreas definidas como Clase I deben aplicarse las condiciones establecidas en 501-5(a)(4) y 501-5(b)(2).

514-8. Alambrado subterráneo. El alambrado subterráneo debe ser a base tubo (conduit) roscado metálico tipo pesado y tipo semipesado. Cualquier parte del equipo o alambrado eléctrico que esté debajo de la superficie de un área Clase I, División 1 o División 2 (como se define en las Tablas 514-2(b)(1) y 514-2(b)(2)), debe ser considerada como un área Clase I, División 1 que debe extenderse por lo menos al punto de salida sobre el nivel del piso. Véase la Tabla 300-5.

Excepción: Se permite usar tubo (conduit) no metálico que cumpla lo establecido en el Artículo 347 cuando esté enterrado a no menos de 60 cm y embebido en concreto.

514-9. Alumbrado de emergencia. La estación de servicio o de autoconsumo debe contar con un sistema de alumbrado de emergencia con baterías, para los casos en que falle el suministro eléctrico normal o cuando por situaciones de riesgo se tenga que interrumpir el mismo.

514-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubierta metálica de los cables y todas las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo fijo o portátil, independientemente de la tensión eléctrica, deben ser puestas a tierra como se estipula en el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con los requisitos indicados en 501-16.

ARTICULO 515-PLANTAS DE ALMACENAMIENTO A GRANEL

515-1. Definición. Una planta de almacenamiento a granel es un lugar donde se reciben líquidos inflamables por medio de buques-tanque, ductos, camiones-cisterna o vagones-cisterna donde los líquidos se almacenan o se mezclan a granel para propósitos de distribución, por medio de buques-tanque, ductos, camiones-cisterna, vagones-cisterna o tanques portátiles o contenedores.

NOTA: Para información adicional sobre Plantas de Almacenamiento, véase el Apéndice B2.

515-2. Areas Clase I. Cuando se almacenan, manejan o surten líquidos Clase I debe aplicarse la Tabla 515-2 para delimitar y clasificar las plantas de almacenamiento a granel. Las áreas Clase I no deben extenderse más allá de un piso, una pared, techo u otras divisiones sólidas que no tengan aberturas de comunicación.

NOTA 1: Para información adicional sobre la clasificación de áreas, véase el Apéndice B2.2.

NOTA 2: Para estaciones surtidoras de gasolina en marinas o muelles, véase la Sección 514-5 (c).

515-3. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I. Todo alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I, definidas en la sección 515-2, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

Excepción: Lo permitido en 515-5.

515-4. Alambrado y equipo sobre áreas Clase I. Todo alambrado fijo que pase sobre áreas Clase I, debe instalarse en canalizaciones metálicas o en tubo (conduit) no metálico rígido de PVC Cédula 80 o equivalente, o con cable MI, TC o MC. El equipo fijo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, cortacircuitos, desconectadores, receptáculos, motores u otro equipo que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar construidos de tal manera que impida el escape de chispas o partículas metálicas calientes. Las lámparas portátiles u otros equipos de utilización y sus cordones flexibles deben cumplir con los requisitos del Artículo 501 para la clase de área sobre la que han de conectarse o utilizarse.

TABLA 515-2.- Areas Clase I: Plantas de almacenamiento a granel

Superficie	Clase I División	Extensión del área clasificada
Equipo interior instalado cuando bajo operación normal pueda haber mezclas inflamables de aire-vapor.	1	Espacio hasta 1,5 m desde cualquier borde de esos equipos, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	Espacio entre 1,5 m y 2,5 m desde cualquier borde de esos equipos, extendiéndose en todas las direcciones. Además un espacio hasta de 1 m sobre el nivel del piso o suelo y de 1,5 m hasta 7,5 m horizontalmente desde cualquier borde de esos equipos[1].
Nota: Para información adicional sobre clasificación de líquidos combustibles e inflamables, véase el apéndice B2.		

Superficie	Clase I División	Extensión del área clasificada
Equipo exterior instalado cuando bajo operación normal pueda haber mezclas inflamables de aire-vapor. Nota: Para información adicional sobre clasificación de líquidos combustibles e inflamables, véase el apéndice B2.	1 2	Espacio hasta de 1 m desde cualquier borde de esos equipos, extendiéndose en todas las direcciones. Espacio entre 1 m y 2,5 m desde cualquier borde de esos equipos, extendiéndose en todas direcciones. Además, un espacio hasta de 1 m sobre el nivel del suelo o del piso, y a una distancia de entre 1 m y 3 m horizontalmente desde cualquier borde de esos equipos.
Tanques sobre el piso[2] Cubierta externa, cabezales o techo y espacio dentro del dique.	1 2	Espacio dentro del dique, en donde la altura de dicho dique es mayor que la distancia desde el tanque a éste por más del 50% de la circunferencia del tanque. Dentro de 3 m desde la cubierta externa, los cabezales o techo del tanque. El espacio dentro de los diques hasta el nivel superior de éstos.
Venteo (Válvula presión-vacío)	1	Dentro de 1,5 m desde el extremo abierto del venteo en todas direcciones.
	2	El espacio comprendido entre 1,5 m y 3 m desde el lado abierto del venteo extendiéndose en todas direcciones.
Techo flotante	1	El espacio sobre el techo y el interior del tanque.
Abertura para el llenado de tanque subterráneo	1 2	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso, si alguna parte está dentro de un área clasificada de División 1 o División 2. Hasta 0,5 m sobre el nivel del piso dentro de un radio horizontal de 3 m desde cualquier conexión de llenado suelta y dentro de un radio horizontal de 1,5 m desde una conexión de llenado hermética.
Llenado de tambores y contenedores. Al exterior o al interior con ventilación adecuada	1	Dentro de un radio de 1 m desde el venteo y la abertura del orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones.
	2	El espacio entre 1 m y 1,5 m desde el venteo o la abertura del orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0,5 m sobre el nivel de piso, cubriendo un radio horizontal de 3 m desde el venteo o la abertura del orificio de llenado.
Bombas, purgas, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares interiores exteriores	2 2	Dentro de un radio de 1,5 m desde cualquier orilla de tales dispositivos, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 1 m sobre el nivel de piso o rasante y extendiéndose hasta 7,5 m medidos horizontalmente desde cualquier orilla de tales dispositivos. Hasta 1 m de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además hasta 0,5 m sobre el nivel del piso y hasta 3 m horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
Fosas. Sin ventilación mecánica.	1	Todo el espacio dentro de la fosa si cualquier parte está dentro de un área clasificada División 1 o 2.
Con ventilación mecánica adecuada.	2	Todo el espacio dentro de la fosa si cualquier parte está dentro de un área clasificada División 1 o 2.
Con válvulas, accesorios o tubería que no estén dentro de un área clasificada. División 1 o 2.	2	Toda la fosa.

Superficie	Clase I División	Extensión del área clasificada
Canales o zanjas de drenaje, separadores y cárcamo regulador.		
Al exterior.	2	El espacio hasta 0,5 m sobre el canal, zanja, separador o cárcamo regulador. También hasta 0,5 m sobre la rasante y cubriendo hasta 4,5 m horizontalmente desde cualquier orilla.
Al interior.	---	Igual que las fosas.
Autotanque y carrotanque[3].	1	Dentro de 1 m desde la orilla del domo extendiéndose en todas direcciones.
Llenado por el domo abierto.	2	El espacio que cubre entre 1 m y 4,5 m desde la orilla del domo, extendiéndose en todas direcciones.
Llenado por conexiones en el fondo con respiradero atmosférico.	1	Dentro de 1 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones
	2	El espacio entre 1 m y 4,6 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0,5 m sobre el nivel de la rasante, cubriendo un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión de llenado.
Oficinas y cuartos de baño	Sin clasificar	Si existe cualquier abertura o puerta hacia estos cuartos dentro de la extensión de un área interior clasificada, el cuarto debe clasificarse igual que si no existiese muro, división o brocal.
Llenado por el domo cerrado con ventilación atmosférica.	1	Dentro de 1 m desde el lado abierto del venteo, extendiéndose en todas direcciones.
	2	El espacio entre 1 m y 4,5 m desde el lado abierto del venteo, extendiéndose en todas direcciones. También dentro de 1 m desde la orilla del domo extendiéndose en todas direcciones.
Llenado por el domo con control de vapores.	2	Dentro de 1 m desde el punto de conexión de ambas líneas del llenado con, extendiéndose en todas direcciones.
Llenado por el fondo con control de vapores.	2	Dentro de 1 m desde los puntos de conexión, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0,5 m sobre el nivel de la rasante cubriendo un radio horizontal de 3 m desde los puntos de conexión.
Estacionamiento y taller de reparación de camiones-cisterna.	1	Todas las fosas o espacios bajo el nivel de piso.
	2	Hasta 0,5 m sobre el nivel del piso o del suelo en todo el estacionamiento o taller.
Garajes para vehículos diferentes de camiones-cisterna.	Sin clasificar	Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar exterior clasificado, todo el cuarto debe clasificarse igual que la clasificación del espacio en el punto de la abertura.
Almacenamiento exterior de tambores.	Sin clasificar	
Almacenamiento bajo techo donde no haya transferencia de líquidos	Sin clasificar	Si existe cualquier abertura a estos almacenes comprendidos dentro de la extensión de un área interior clasificada como peligrosa, el almacén debe clasificarse igual que si no existiera pared, brocal o división que los divida.
Muelles y embarcaderos	-	Véase la Figura 515-2.

NOTAS:

1 La liberación de líquidos Clase I puede generar vapores hasta el punto en que toda la edificación y posiblemente la zona que la rodea, deban considerarse áreas Clase I, División 2.

2 Para tanques subterráneos, Véase la Sección 514-2.

3 Al clasificar la extensión del espacio, debe tenerse en cuenta el hecho de que los vagones y camiones cisterna pueden tener distintas posiciones. Por tanto, deben utilizarse los extremos de las posiciones de carga o descarga.

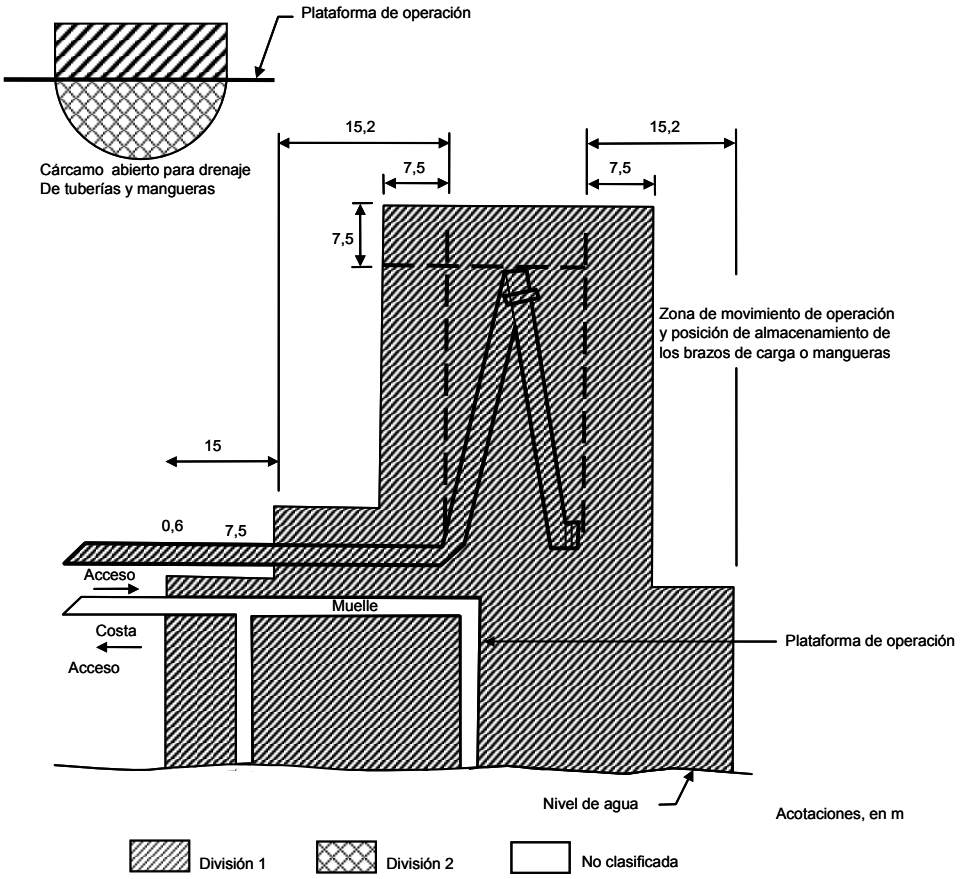


FIGURA 515-2.- Terminal marítima para el manejo de líquidos inflamables

NOTAS a la Figura 515-2:

1) La "fuente de vapor" es el área que rodea a todo el movimiento del brazo de carga durante la operación normal y en la posición de almacenamiento o descanso en la zona de la brida de conexión final del brazo de carga (o manguera).

2) El área de anclaje o amarre adyacente al buque-tanque y barcazas es División 2 cubriendo las siguientes extensiones:

a) 7,5 m medidos horizontalmente en todas direcciones en el lado del muelle o embarcadero desde la porción del casco de la nave que contiene los tanques.

b) Desde el nivel del agua hasta 7,5 m por encima de los tanques de carga de las naves en su posición más alta.

3) Las áreas adicionales pueden ser clasificadas como se requiera por la presencia de otras fuentes de líquidos inflamables en el muelle o en el embarcadero.

515-5. Alambrado subterráneo

a) Método de alambrado. El alambrado subterráneo debe instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado roscado o en tubo (conduit) semi pesado roscado, o cuando esté enterrado a no menos de 60 cm de una cubierta, se permite que vaya en tubo (conduit) rígido no metálico o que sea de un cable aprobado. Cuando se utilice tubo (conduit) rígido no metálico, en los últimos 60 cm del punto de conexión con la canalización sobre el piso, debe utilizarse tubo (conduit) metálico tipo pesado roscado o tubo (conduit) tipo semi pesado roscado. Cuando se utilice cable, el tramo desde el punto más bajo del nivel del cable enterrado hasta el punto de conexión con la canalización sobre el piso debe instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado roscado o tubo (conduit) metálico semi pesado roscado.

b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe cumplir con lo indicado en 501-13.

c) Alambrado no metálico. Cuando se utilice tubo (conduit) rígido no metálico o cables con pantalla no metálico, debe instalarse un conductor de puesta a tierra del equipo, para que brinde continuidad eléctrica al sistema de canalización y permita poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

515-6. Sellado. Se deben suministrar sellos aprobados de acuerdo con lo indicado en 501-5. Los requisitos de sellado establecidos en 501-5(a)(4) y (b)(2) se aplican tanto a los límites horizontales como a los verticales de las áreas clasificadas como Clase I. Las canalizaciones enterradas bajo las áreas definidas como Clase I se consideran pertenecientes a Clase I, División 1.

515-7. Gasolinerías. Cuando se suministre gasolina u otros líquidos inflamables volátiles o gases licuados inflamables junto con las operaciones de almacenamiento, se aplican las disposiciones del Artículo 514.

515-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubiertas metálicas de los cables y todas las partes metálicas de equipo eléctrico fijo o portátil, no portadoras de corriente eléctrica, independientemente de la tensión eléctrica, deben ser puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. La puesta a tierra en las áreas Clase I deben cumplir con los requisitos indicados en 501-16.

NOTA: Para información adicional sobre puesta a tierra para protección contra la electricidad estática, véase el Apéndice B2.

ARTICULO 516-PROCESOS DE APLICACION POR ROCIADO, INMERSION Y RECUBRIMIENTO

516-1. Alcance. Este Artículo cubre la aplicación, regular o frecuente, de líquidos inflamables, líquidos combustibles y polvos combustibles mediante operaciones de rociado o aspersión y la aplicación de líquidos inflamables o líquidos combustibles a temperaturas por encima de su punto de ignición, por inmersión, recubrimiento u otros medios.

NOTA: Para información adicional sobre las medidas de seguridad en estos procesos, tales como protección contra incendios, instalación de señalización de precaución y medidas de mantenimiento, así como información adicional sobre ventilación, véase el Apéndice B2.

516-2. Clasificación de áreas. La clasificación de áreas está basada en las cantidades peligrosas de vapores inflamables, niebla combustible, residuos, polvos o depósitos combustibles.

a) Areas Clase I o Clase II, División 1. Los siguientes espacios se consideran áreas Clase I o Clase II, División 1, según sea aplicable:

1) Los interiores de cabinas de rociado y sus ductos de escape, excepto como se indica específicamente en 516-3 (d).

2) El interior de ductos de expulsión.

3) Cualquier área en pasillos propios de las operaciones de rociado.

4) Para operaciones de inmersión y de recubrimiento, todo espacio comprendido dentro de una distancia radial de 1,5 m desde la fuente de vapor que se extienda desde esa superficie hasta el piso.

Se considera como fuente de vapor:

(1) El líquido en el proceso o la superficie mojada del registro de drenaje;

(2) Cualquier objeto que haya sido inmerso o recubierto desde el cual es posible medir concentraciones de vapor que excedan 25% del límite inferior de inflamabilidad a una distancia de 30 cm en cualquier dirección del objeto.

5) Las fosas dentro de una distancia de 7,5 m medida horizontalmente dentro la fuente de vapor. Si las fosas se extienden más allá de 7,5 m de la fuente de vapor deben contar con un retén para detener el vapor o debe clasificarse como área Clase I, División 1 en toda su extensión.

6) El interior de cualquier envolvente de procesos de recubrimiento o inmersión.

b) Areas Clase I o Clase II, División 2. Los siguientes espacios se consideran áreas Clase I o Clase II, División 2 según sea aplicable:

1) Para lugares abiertos de rociado intensivo, todo el espacio circundante y comprendido dentro de una distancia de 6 m medidos horizontalmente y 3 m medidos verticalmente desde el área Clase I, División 1, como está definido en 516-2(a) y no separado de éste mediante divisiones. Véase la Figura 516-2(b)(1).

2) Si las operaciones de rociado se realizan dentro de una cabina o en un cuarto con techo cerrado, con cara abierta, o con frente abierto, cualquier alambrado eléctrico o equipo de utilización localizado fuera de la cabina o del cuarto, pero dentro de los límites designados como División 2 en la Figura 516-2(b)(2), deben ser adecuados para áreas Clase I, División 2 o Clase II, División 2, según sea aplicable.

Las áreas Clase I, División 2 o Clase II, División 2 mostradas en la Figura 516-2(b)(2), se extienden desde el extremo de la cara abierta o frente abierto de la cabina o cuarto, de acuerdo con lo siguiente:

a. Si el sistema de ventilación de extracción está enclavado con el equipo de rociado, entonces el área División 2 se extiende 1,5 m medidos horizontalmente y 1,0 m medido verticalmente desde el frente o cara abierto de la cabina o cuarto de rociado, como lo muestra la Figura 516-2(b)(2).

b. Si el sistema de ventilación de extracción no está enclavado con el equipo de rociado, entonces el área División 2 se extiende 3,0 m medidos horizontalmente y 1,0 m medidos verticalmente desde el frente o cara abierta de la cabina o cuarto de rociado, como lo muestra la Figura 516-2(b)(2).

Para propósitos de esta subsección, “enclavamiento” es el medio por el cual el equipo de rociado no puede operar a menos que el sistema de ventilación de extracción opere y funcione apropiadamente, y la aplicación del rocío se detiene automáticamente si el sistema de ventilación falla.

3) En operaciones de rociado llevadas a cabo dentro de una cabina de rociado con el techo abierto, el espacio de 1 m de radio sobre la cabina y otras aberturas de la cabina deberán considerarse Clase I o Clase II, División 2.

4) En operaciones de rociado confinadas en una cabina de rociado cerrada, el espacio dentro de 1 m en todas las direcciones desde cualquier abertura en la cabina de rociado, se debe considerar Clase I o Clase II, División 2, como se ilustra en la Figura 516-2(b)(4).

5) Para tanques de inmersión y escurrideros, el espacio dentro de 1 m que rodea el área Clase I, División 1, como se define en 516-2 (a)(4). Véase la Figura 516-2(b)(5).

6) Para tanques de inmersión y escurrideros, el espacio de 1 m arriba del piso y a una extensión de 6 m medidos horizontalmente en todas las direcciones desde el área Clase I, División 1.

Excepción: Este espacio no es necesario considerarlo como área peligrosa cuando la fuente de vapor tenga un área de 0,5 m² o menos, y cuando el contenido del tanque abierto o el contenedor no exceda de 19 L. Además la concentración de vapor durante los periodos de operación y de paro no exceda el 25% del límite inferior de la inflamabilidad, fuera del área Clase I como se especifica en 516-2(a)(4).

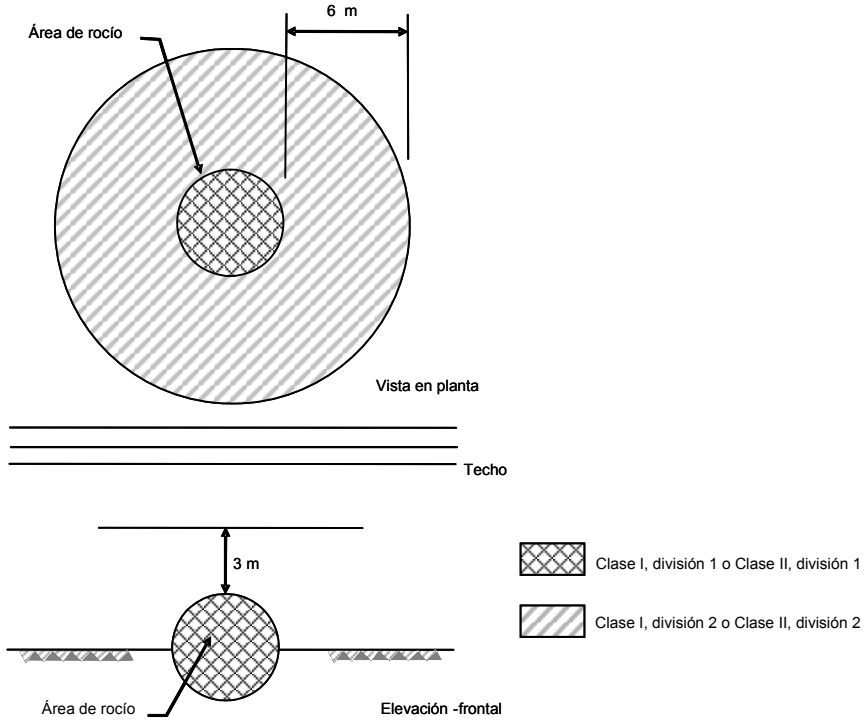


FIGURA 516-2 (b)(1).- Areas Clase I o Clase II División 2, adyacentes a una operación de rociado abierto

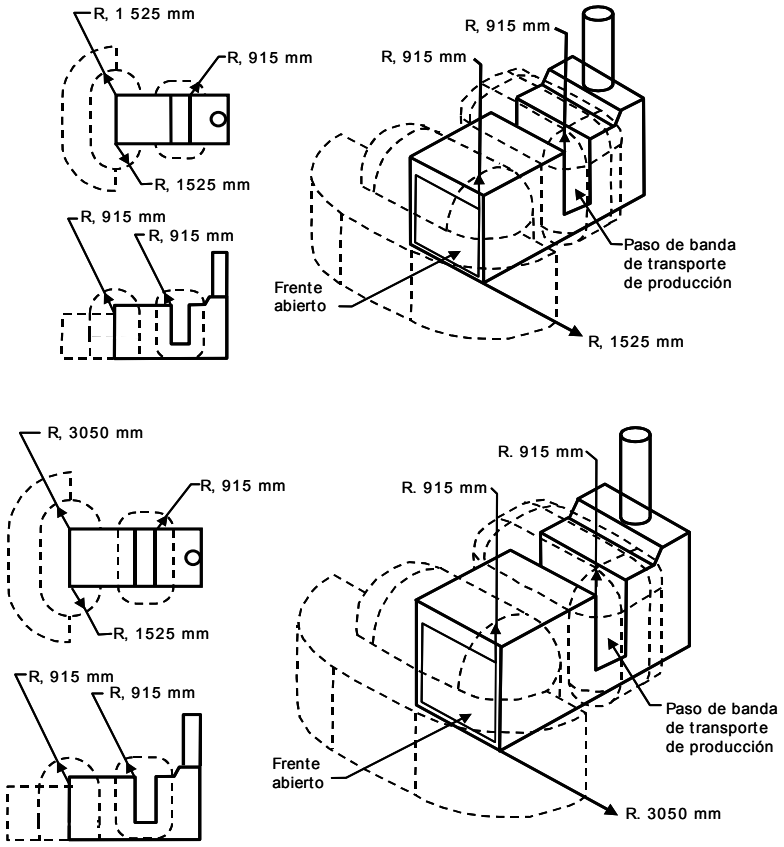


FIGURA 516-2 (b)(2).- Clase I o Clase II, División 2, espacios adyacentes a las aperturas, techo cerrado, frente abierto o lado abierto, de cabinas o cuartos de rociado

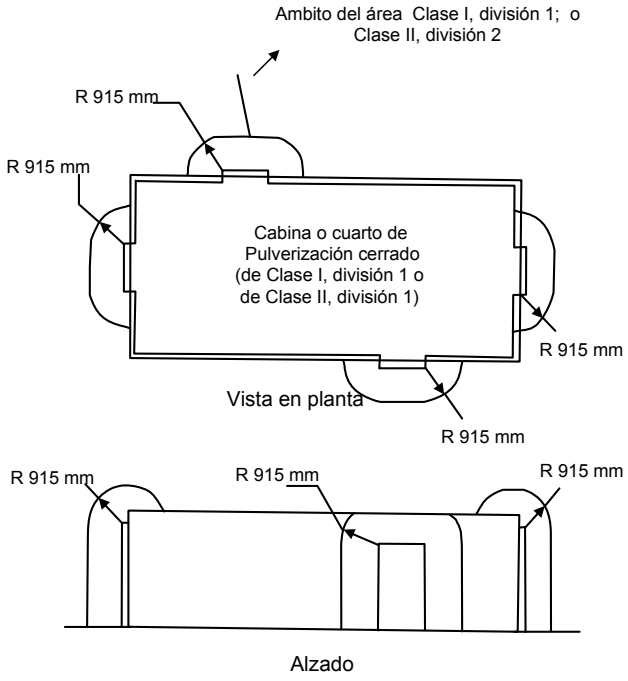


FIGURA 516-2(b)(4).- Areas Clase I (o Clase II) adyacentes a una cabina de rociado cerrada

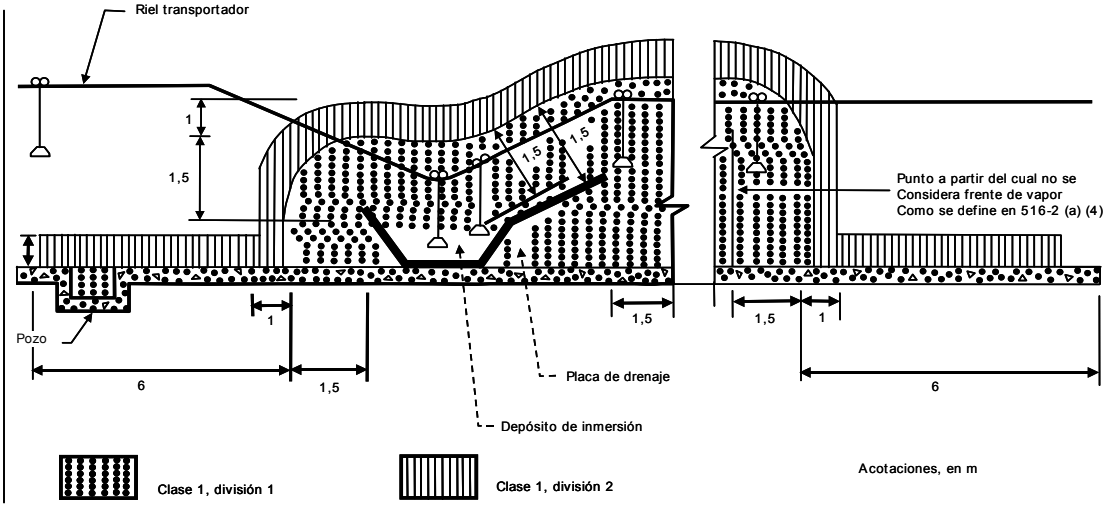


FIGURA 516-2 (b)(5).- Clasificación del área eléctrica para procesos abiertos sin retención de vapor o ventilación

c) Operaciones cerradas de recubrimiento e inmersión. El espacio adyacente a operaciones cerradas de recubrimiento y de inmersión debe considerarse no clasificado.

Excepción: El espacio dentro de 1 m en todas las direcciones desde cualquier abertura del recinto cerrado debe clasificarse como Clase I, División 2.

d) Areas adyacentes. Las áreas adyacentes que estén separadas de las áreas definidas como Clase I o Clase II por una división hermética sin orificios de comunicación, y dentro de las cuales no haya probabilidad de que se liberen vapores inflamables o polvos combustibles, deben considerarse como no peligrosas.

e) Areas no peligrosas. Las áreas donde se encuentren aparatos de secado, curado o fusión, provistos con ventilación mecánica positiva adecuada para evitar la acumulación de concentraciones inflamables de vapores, y provistos con enclavamiento efectivo para desenergizar todo el equipo eléctrico (que no sea equipo aprobado para áreas Clase I) en caso de que el equipo de ventilación no funcione, pueden ser clasificadas como no peligrosas.

NOTA: Para información adicional sobre las medidas de seguridad en este tipo de equipos, véase el Apéndice B2.2.

516-3. Alambrado y equipo en áreas Clase I

a) Vapores. Todo equipo y alambrado eléctrico dentro de un área Clase I (que contenga sólo vapor y no residuos) definida en 516-2, debe cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

b) Vapores y residuos. A menos que sea específicamente aprobado para lugares que contengan depósitos de cantidades peligrosas de vapores inflamables o combustibles, niebla, residuos, polvos o depósitos (según sean aplicables), ningún equipo eléctrico debe instalarse o usarse en cualquier espacio de rociado e incluso donde depósitos de residuos combustibles puedan acumularse fácilmente, excepto alambrado en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit) metálico semi pesado, cables tipo MI o en cajas o accesorios metálicos que no contengan derivaciones, empalmes o terminales.

c) Iluminación. Se permite la iluminación de áreas fácilmente combustibles a través de paneles de vidrio u otro material transparente o translúcido, únicamente si cumple las siguientes condiciones:

(1) que se utilicen unidades fijas de alumbrado como fuente de iluminación;

(2) que el panel aísle efectivamente al área Clase I del área en la cual la unidad de alumbrado está localizada;

(3) que la unidad de alumbrado esté aprobada para esa área específica;

(4) que el panel sea de un material o esté protegido de tal forma que no haya probabilidad de que se rompa, y

(5) que el arreglo sea tal que las acumulaciones normales de residuos peligrosos sobre la superficie del panel no alcancen temperaturas peligrosas por radiación o conducción proveniente de la fuente de iluminación.

d) Equipo portátil. No se deben usar lámparas eléctricas portátiles u otro equipo de utilización en áreas de rociado durante las operaciones de rociado.

Excepción 1. Cuando se requieran lámparas portátiles eléctricas para operaciones en espacios no adecuadamente iluminados por el alumbrado fijo dentro del área de rociado, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase I, División 1, donde puedan estar presentes residuos fácilmente inflamables.

Excepción 2. Cuando se usen aparatos de secado eléctrico portátiles en cabinas de rociado para acabado de automóviles y se reúnan los siguientes requisitos:

(a) que el aparato y sus conexiones eléctricas no estén localizados en el recinto de rociado durante operaciones de rociado;

(b) que el equipo eléctrico a una distancia no mayor que 0,5 m del piso esté aprobado para áreas Clase I, División 2;

(c) que todas las partes metálicas del aparato de secado estén eléctricamente conectadas y puestas a tierra, y

(d) que se provean enclavamientos para evitar la operación del equipo de rociado mientras el aparato de secado esté dentro del recinto, y permita una purga del recinto durante 3 min antes de energizar al aparato de secado y apagarlo en caso de falla del sistema de ventilación.

e) Equipo electrostático. El equipo de rociado electrostático o de escurrimiento debe instalarse y utilizarse únicamente como se indica en 516-4.

516-4. Equipos electrostáticos fijos. Esta sección se aplica a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitación de materiales peligrosos para recubrimientos sobre artículos o para otros propósitos similares en los cuales el dispositivo de carga o atomización esté unido a un soporte mecánico o a un manipulador mecánico. Esto incluye dispositivos robóticos. Esta sección no aplica a dispositivos que estén sostenidos o manipulados manualmente. Cuando los procedimientos de programación de robots involucren el manejo manual del brazo del robot mientras se rocíe con alta tensión eléctrica en operación, deben aplicarse las disposiciones de la Sección 516-5. La instalación de equipo de rociado electrostático debe cumplir con los incisos (a) a (j) siguientes. El equipo de rociado debe estar aprobado.

Todo el sistema del equipo automático electrostático debe cumplir con las Secciones 516-4(a) hasta (i) siguientes:

a) Equipo de fuerza y control. Los transformadores, fuentes de alimentación de alta tensión, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo deben instalarse fuera del área Clase I, como se define en 516-2, o deben ser de un tipo aprobado para esa área.

Excepción. Las rejillas de alta tensión eléctrica, electrodos, cabezales de atomización electrostática y sus conexiones, están permitidos dentro del área Clase I.

b) Equipo electrostático. Los electrodos y los cabezales de atomización electrostática deben ser soportados adecuadamente a sus bases en lugares permanentes y efectivamente aislados de tierra. Los electrodos y los cabezales de rociado electrostático que estén permanentemente sujetos a sus bases, soportes o mecanismos de vaivén o robots se consideran que cumplen con esta Sección.

c) Terminales de alta tensión eléctrica. Las terminales de alta tensión eléctrica deben estar adecuadamente aisladas y protegidas contra daños mecánicos o exposición a productos químicos destructivos. Cualquier elemento expuesto a alta tensión debe ser efectiva y permanentemente soportado sobre aisladores adecuados y ser efectivamente protegido contra contacto accidental o puesta a tierra.

d) Soporte de piezas. Las piezas que vayan a recubrirse utilizando este proceso, deben estar colocadas en soportes colgantes o transportadores. Los soportes colgantes o transportadores deben estar dispuestos de tal forma que:

(1) Se asegure que las partes que son recubiertas estén eléctricamente conectadas a tierra con una resistencia de aislamiento a tierra de 1 MΩ o menos y

(2) Se evite que las partes oscilen.

e) Controles automáticos. Los aparatos electrostáticos deben equiparse con medios automáticos, que desenergicen rápidamente los elementos de alta tensión bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) paro de los ventiladores o falla del equipo de ventilación por cualquier causa;

(2) paro del transportador que lleve las piezas a través del campo de alta tensión, a menos que el paro sea requerido por el mismo proceso;

(3) que ocurra una excesiva corriente eléctrica de fuga en cualquier punto del sistema de alta tensión,

(4) desenergización de la tensión eléctrica del primario a la fuente de alimentación.

f) Puesta a tierra. Todos los objetos conductores de electricidad dentro del área de la influencia de carga de los electrodos, excepto aquellos en los que el proceso requiere que estén a alta tensión, deben estar puestos a tierra adecuadamente. Este requisito se aplica a los recipientes de pintura, cubos de lavado, guardas, conectores de mangueras, abrazaderas y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de electricidad que se encuentre en el área.

g) Aislamiento físico. Deben colocarse protecciones, tales como cabinas adecuadas, cercas, barandales, enclavamientos u otros medios alrededor del equipo o incorporados a él, de tal manera que éstas, ya sea por su ubicación o carácter, o por ambas cosas, aseguren que se mantiene una separación segura en relación con el proceso.

h) Letreros. Se deben colocar letreros claramente visibles para indicar lo siguiente:

(1) Designar la zona de proceso como peligrosa con peligro de incendio o accidente;

(2) identificar los requisitos de puesta a tierra para todos los objetos conductores en el área de rociado,

(3) Acceso únicamente a personas calificadas.

i) Aisladores. Todos los aisladores deben mantenerse limpios y secos.

j) Equipos diferentes de los no incendiarios. El equipo de rociado que no pueda ser clasificado como no incendiario debe cumplir con los incisos (1) y (2) siguientes:

1) Los transportadores y soportes colgantes deben estar instalados de tal modo que mantengan una distancia de seguridad de al menos dos veces la distancia de arqueo entre las piezas que sean pintadas y los electrodos, cabezales de atomización electrostática o conductores cargados. Deben colocarse letreros que indiquen esta distancia de seguridad.

2) El equipo debe estar provisto con un medio automático para desenergizar rápidamente los elementos de alta tensión, en caso de que la distancia entre las piezas que sean pintadas y los electrodos o los cabezales de atomización electrostática, sea menor que lo que se especifica en el párrafo (1) anterior.

516-5. Equipo manual de rociado electrostático. Esta Sección se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitación de materiales para recubrimiento de piezas o productos, o para otros propósitos similares en los cuales el dispositivo de atomizado es sostenido con la mano o manipulado durante la operación de rociado. Los equipos manuales de rociado electrostático y los dispositivos usados en conjunto con operaciones de pintado por rocío, deben ser aprobados y deben cumplir con los puntos indicados a continuación:

a) Generalidades. Los circuitos de alta tensión deben diseñarse de tal manera que no produzcan arqueos de intensidad suficiente como para encender la mezcla aire-vapor más susceptible de ser encendida, de todas las que es probable encontrar, ni representen un peligro de choque eléctrico al ponerse en contacto con un objeto puesto a tierra bajo todas las condiciones normales de operación. Los elementos de la pistola manual expuestos a ser cargados electrostáticamente, se deben energizar únicamente mediante un dispositivo que también controle el suministro del material de recubrimiento.

b) Equipo de potencia. Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo, deben localizarse fuera del área Clase I o estar aprobados para esa área.

Excepción. Se permite utilizar dentro del área Clase I, la pistola manual por sí misma y sus conexiones a la fuente de alimentación.

c) Empuñadura. La empuñadura de la pistola rociadora debe conectarse eléctricamente a tierra mediante una conexión metálica y estar construida de tal manera que el operador, en posición normal de operación, esté en contacto eléctrico íntimo con la empuñadura puesta a tierra a fin de evitar la formación de cargas estáticas en el cuerpo del operador. Deben colocarse letreros claramente visibles donde se indique que todas las personas que entren en el área de rociado deben ponerse a tierra.

d) Equipo electrostático. Todos los objetos conductores de electricidad ubicados en el área de rociado deben estar puestos a tierra adecuadamente. Este requisito se aplica a los recipientes de pintura, cubos de lavado y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de electricidad que esté en el área. El equipo debe llevar una advertencia claramente visible, e instalada permanentemente, indicando la necesidad de puesta a tierra antes indicada.

e) Soporte de objetos. Los objetos que ya hayan sido pintados deben mantener contacto metálico con el transportador u otro soporte puesto a tierra. Los ganchos de fijación deben limpiarse regularmente para asegurar una adecuada puesta a tierra de 1 MΩ o menos. Las áreas de contacto deben ser puntos o bordes afilados, cuando sea posible. Los puntos de soporte de los objetos deben estar, cuando sea posible, fuera del alcance de un rociado inadvertido; y cuando los objetos que están siendo rociados son soportados por un transportador, el punto de fijación al transportador debe localizarse de tal manera que no recoja materiales rociados durante operaciones normales.

516-6. Recubrimiento con polvo. Esta Sección se aplica a los procesos en los cuales se aplican polvos secos combustibles. Los peligros asociados con polvos combustibles están presentes en un proceso de este tipo con un grado que depende de la composición química del material, tamaño de la partícula, forma y distribución.

NOTA: Los peligros asociados con polvos combustibles son inherentes a este proceso. En general, el grado de peligro de los polvos empleados depende de la composición química del material, tamaño de la partícula, forma y distribución.

a) Equipo eléctrico y fuentes de ignición. El equipo eléctrico y otras fuentes de ignición deben cumplir con los requisitos del Artículo 502. Las lámparas eléctricas portátiles y otros equipos de utilización no deben utilizarse dentro de un área Clase II durante la operación de los procesos de acabado. Cuando se utilicen tales lámparas o equipo de utilización durante operaciones de limpieza o reparación, deben ser de un tipo aprobado para áreas Clase II, División I, y todas las partes metálicas expuestas deben estar puestas a tierra eficazmente.

Excepción. Cuando se requieren lámparas eléctricas portátiles para operaciones en espacios que no estén correctamente iluminados por alumbrado fijo dentro del área de rociado, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase II, División I, cuando pueden estar presentes residuos fácilmente inflamables.

b) Equipo fijo de rociado electrostático. Las disposiciones establecidas en 516-4 y en 516-6(a) anterior aplican al equipo fijo de rociado electrostático.

c) Equipo manual de rociado electrostático. Las disposiciones establecidas en 516-5 y en 516-6(a) anterior aplican al equipo manual de rociado electrostático.

d) Lechos fluidizados electrostáticos. Los lechos fluidizados electrostáticos y el equipo asociado deben ser de tipos aprobados. Los circuitos de alta tensión eléctrica deben diseñarse de tal manera que cualquier descarga producida cuando los electrodos de carga del lecho se aproximen o se pongan en contacto con un objeto puesto a tierra, no sea de suficiente intensidad para encender cualquier mezcla aire-polvo que sea probable encontrar, ni pueda producir un peligro apreciable de choque eléctrico.

1) Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo deben localizarse fuera del área de recubrimiento con polvo o de otra manera cumplir con los requisitos de 516-6(a) anterior.

Excepción. Se permite que los electrodos de carga y sus conexiones a la fuente de alimentación estén dentro del área de recubrimiento con polvo.

2) Todos los objetos conductores de electricidad dentro del área de recubrimiento con polvo deben ponerse a tierra apropiadamente. El equipo de recubrimiento con polvo debe llevar un letrero de advertencia claramente visible e instalado permanentemente, indicando la necesidad de poner a tierra esos objetos.

3) Los objetos que estén siendo recubiertos deben mantenerse en contacto eléctrico con el transportador u otro soporte, con la finalidad de asegurar una puesta a tierra apropiada de 1 MΩ o menos. Los ganchos de soporte deben limpiarse regularmente para asegurar un contacto eléctrico efectivo. Las áreas de contacto eléctrico deben ser puntos o bordes afilados, cuando sea posible.

4) El equipo eléctrico y los suministros de aire comprimido deben encalvarse con un sistema de ventilación de tal manera que el equipo no pueda operar a menos que los ventiladores estén funcionando.

516-7. Alambrado y equipos por encima de áreas Clase I y Clase II

a) Alambrado. Todo alambrado fijo por encima de áreas Clase I y Clase II debe hacerse en canalizaciones metálicas, tubo (conduit) no metálico tipo pesado o ligero o con cable de los tipos TC, MC o MI. Las canalizaciones para pisos celulares metálicas se permiten únicamente para alimentar salidas de plafones o extensiones al área por debajo del piso de un área Clase I o Clase II, pero estas canalizaciones no deben tener conexiones que entren, o atraviesen un área Clase I o Clase II por encima del piso, a menos que tengan los sellos apropiados.

b) Equipo. El equipo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, des, receptáculos, motores u otro equipo con contactos de apertura y cierre o deslizantes, cuando se instalen por encima de un área Clase I o Clase II, o encima de un área donde se manejen objetos recién acabados que sean manipulados, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar construidos de tal manera que se evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

516-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubiertas metálicas de los cables y todas las partes metálicas de equipo eléctrico fijo o portátil que no transporten corriente eléctrica, independientemente de la tensión eléctrica, deben ser puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I y Clase II deben cumplir con lo indicado en 501-16 y 502-16.

ARTICULO 517-INSTALACIONES EN LUGARES DE ATENCION DE LA SALUD

A. Disposiciones generales

517-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo establecen criterios para la construcción e instalaciones eléctricas en lugares de atención de la salud de seres humanos.

Los requisitos de las Partes B y C se aplican no sólo a edificios con funciones únicas para la atención de la salud, sino también a aquellos que en forma individual, considerando las respectivas formas de atención a los pacientes, están dentro de un edificio de múltiples funciones (por ejemplo, un consultorio médico localizado dentro de un sanatorio requiere que se apliquen las disposiciones indicadas en 517-10.

NOTA 1: Este Artículo no se aplica en instalaciones veterinarias.

NOTA 2: Para información concerniente al criterio en la ejecución, mantenimiento y pruebas, referirse a los documentos apropiados para instalaciones en lugares de atención de la salud.

NOTA 3: Los requisitos de las Partes B y C se aplican no sólo a edificios con funciones únicas sino también a aquellos en forma individual considerando sus respectivas formas de trabajo y que estén dentro de un edificio de múltiples funciones (por ejemplo, un consultorio médico localizado dentro de un sanatorio requiere que se apliquen las disposiciones indicadas en 517-10).

517-2. Definiciones

Analgesia relativa: Estado de sedación en un paciente que le produce bloqueo parcial de percepción de dolor, por la inhalación de concentraciones de óxido nitroso insuficientes para producir pérdida de conciencia (sedación conciente).

Anestésicos inflamables: Gases o vapores tales como fluroxeno, ciclopropano, éter divinílico, cloruro de etileno, éter etileno y etileno, los cuales pueden formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases reductores, tales como el óxido nitroso.

Areas de anestésicos inflamables: Areas diseñadas para la aplicación por inhalación de cualquier agente anestésico inflamable, en el curso normal de un examen para diagnóstico o tratamiento al paciente.

Areas de atención del paciente: Son las áreas de las instalaciones en lugares de atención de la salud en las cuales se examina o se trata al paciente; se clasifican como áreas de atención general y áreas de atención crítica, pudiendo ser cualquiera de ellas clasificada como local húmedo. Es responsabilidad del cuerpo de administración el designar estas áreas de acuerdo con el tipo de atención y cuidados que se otorguen al paciente y con las siguientes definiciones:

NOTA: Típicamente no se clasifican como áreas de atención del paciente las oficinas administrativas, pasillos, antesalas o salones de usos múltiples, comedores o áreas similares.

1) Areas de atención general: Son los cuartos para pacientes, cuartos para auscultación, cuartos para tratamiento y áreas similares de atención a los pacientes, en las cuales se pretende que el paciente deba estar en contacto con dispositivos ordinarios tales como un sistema de llamado a enfermeras, camas eléctricas, bombas de infusión, lámparas de auscultación, teléfonos y dispositivos de entretenimiento. En dichas áreas, puede ser necesario que los pacientes se conecten a dispositivos electromédicos (tales como termocobertores, electrocardiógrafos, bombas de succión, monitores, otoscopios, oftalmoscopios, catéteres intravenosos periféricas, etc.).

2) Areas de atención crítica: Son aquellas unidades de atención especial como: unidades de cuidados intensivos, unidades de cuidados coronarios, laboratorios de angiografía, laboratorios de caterización cardiaca, salas de expulsión, salas de operación y áreas similares en las cuales los pacientes estén sujetos a procedimientos invasivos y conectados a equipos y aparatos electromédicos sofisticados, que estén energizados mediante receptáculos grado hospital.

3) Locales húmedos: Son las áreas críticas y generales de atención a pacientes, normalmente están sujetas a condiciones de humedad mientras está presente el paciente. Estas áreas incluyen depósitos con fluidos a nivel del piso o áreas de trabajo que rutinariamente estén húmedas, siempre y cuando alguna de estas condiciones esté íntimamente relacionada con el paciente o con el personal y con el uso de aparatos eléctricos. Los procedimientos de limpieza rutinarios y derrames accidentales de líquidos no definen un local húmedo.

Areas de atención limitada: Un edificio o parte de él para albergue de personas que sean incapaces de tomar una acción o valerse por sí mismos por vejez, por limitaciones físicas, debido a accidente o enfermedad y limitaciones mentales, tales como enfermedad mental y fármaco dependencia.

Centros ambulatorios para la atención de la salud: Un edificio o parte de él que es utilizado para proporcionar servicios de diagnóstico, tratamiento o rehabilitación a pacientes externos, los lugares deben de cumplir con cualquiera de lo siguiente:

1) Las instalaciones para la atención y tratamiento a pacientes que sean incapaces de tomar una acción para su autopreservación en condiciones emergencia, sin la asistencia de otras personas; tales como unidades de hemodiálisis, de estudios especiales como radiología y otros.

2) Las instalaciones para la atención de pacientes externos, que requieren tratamiento quirúrgico con anestesia general o cuidados críticos.

Circuitos derivados críticos: Son los circuitos alimentadores del sistema de emergencia que suministran energía para la iluminación de las áreas de trabajo; equipos especiales y receptáculos seleccionados que funcionan en lo relacionado con la atención a los pacientes. Estos circuitos están conectados a la fuente de suministro normal y se reconectan automáticamente a las fuentes alternas de energía, durante la interrupción de la fuente normal de suministro, por medio de uno o varios desconectadotes de transferencia o un retardador para la toma de carga.

Circuitos de seguridad de la vida: Son los circuitos alimentadores y derivados del sistema de emergencia, que cumplen con los requisitos del Artículo 700, excepto por lo indicado en el artículo 517, y que se utilizan para proveer energía suficiente a las funciones de seguridad de la vida de todas las personas dentro del lugar de atención a la salud, estos circuitos son automáticamente conectados a las fuentes alternas de suministro de energía durante las interrupciones de la fuente normal.

Corriente peligrosa: Es la corriente eléctrica que puede fluir a través de una baja impedancia que se conecte entre cualquiera de los conductores aislados y el conductor de puesta a tierra del monitor de aislamiento en un sistema eléctrico aislado.

Corriente peligrosa de falla: La corriente peligrosa que puede fluir en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y equipos conectados, excepto el monitor de aislamiento.

Corriente peligrosa del monitor: La corriente eléctrica peligrosa que circula entre el monitor de aislamiento de línea y tierra.

Corriente peligrosa total: La corriente eléctrica peligrosa que circula en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y aparatos fijos conectados a él, incluyendo la corriente peligrosa del monitor.

Documentos apropiados: Son los documentos las especificaciones técnicas mínimas que se deben aplicar para ejecutar el proyecto, construcción, mantenimiento operación y pruebas a las instalaciones eléctricas de lugares de atención de la salud.

NOTA: Para los documentos adecuados, que establecen los requisitos de infraestructura y equipamiento en lugares de atención de la salud, consultar el Apéndice B1 y B2.

Lugares de Atención Enfermerías: Un edificio o parte de él utilizado para recepción e internado de personas y atendido por enfermeras. Las personas, quienes debido a incapacidad mental o psíquica, pueden estar imposibilitadas para proveer su propia seguridad y necesidades, sin asistencia. Enfermería, como se usa en esta norma, debe incluir locales de enfermería y de convalecencia, instalaciones para enfermeras calificadas, instalaciones de atención intermedia y para la atención de personas de edad avanzada.

Central de enfermeras: Areas destinadas a proveer un centro de actividades a un grupo de enfermeras que atienden a los pacientes hospitalizados y donde se reciben las llamadas de los pacientes encamados, desde este lugar, las enfermeras son distribuidas y redactan sus informes. Además, en estas áreas, las

enfermeras recaban los datos de los pacientes que ingresan y preparan las medicinas para ser distribuidas a los pacientes encamados. Cuando estas actividades se llevan a cabo en una o más áreas dentro del lugar de atención de la salud, todas esas áreas, se consideran parte de la central de enfermeras.

Equipo o aparato electromédico de soporte para la vida: Equipo o aparato operación continua y confiable es necesaria para mantener la vida del paciente.

Equipo terapéutico de alta frecuencia para diatermia: Es un equipo terapéutico generador de alta frecuencia para el calentamiento por inducción del dieléctrico.

Fuentes alternas de energía: Son uno o más generadores o sistemas de baterías normalmente fijos dentro del lugar de atención de la salud, con las funciones de proveer la energía eléctrica al sistema eléctrico esencial, durante la interrupción del suministro de la fuente normal.

Iluminación en lugares de trabajo: Provisión del nivel mínimo de iluminación de reemplazamiento requerido para desarrollar las labores necesarias en las áreas de atención del paciente, incluyendo la iluminación para el acceso seguro a los suministros y equipamiento. Así como, para el acceso y tránsito seguro en las vías de evacuación y para la iluminación de la señalización de las salidas o accesos a lugares seguros en casos de emergencia.

Rayos X móvil: Un equipo de rayos X, montado sobre una base con rodamientos que le permite ser movido por una persona solamente cuando está completamente ensamblado.

Rayos X portátil: Equipo de rayos X que puede ser transportado manualmente por una sola persona.

Rayos X régimen momentáneo: Régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco segundos.

Rayos x régimen prolongado: Es el régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco minutos o más.

Rayos X transportable: Equipo de rayos X para ser armado y operado dentro de un vehículo o que puede ser desarmado para transportarlo en un vehículo y armado y operado en un lugar específico.

Instalaciones en lugares de atención a la salud: Son las instalaciones en edificios o partes de edificios que contienen servicios, como hospitales, enfermerías, clínicas, consultorios médicos y dentales y áreas de cuidado ambulatorio ya sean fijas o móviles.

Hospital: Al establecimiento público, social o privado cualquiera que sea su denominación, que tenga como finalidad la atención a enfermos que se internen para fines de diagnóstico, tratamiento o rehabilitación.

Locales para anestesia: Cualquier área en un lugar para la atención de la salud, que ha sido diseñada para ser utilizada durante la aplicación de gases y vapores anestésicos de inhalación, inflamables o no inflamables, durante el curso de un examen para diagnóstico o tratamiento, incluyendo el uso de gases o vapores para tratamientos de analgesia relativa.

Localización de la cama del paciente: Ubicación de la cama del enfermo hospitalizado o internado, la cama o mesa de tratamiento usada en el área de atención crítica del paciente.

Monitor de aislamiento de la línea: Un instrumento de medición diseñado para comprobar continuamente la impedancia balanceada y desbalanceada de cada línea de los circuitos aislados de tierra, equipado con circuito interconstruido para probar la alarma, sin incluir la corriente peligrosa de fuga del sistema aislado.

Punto de puesta a tierra de dispositivos, equipos y aparatos en la vecindad del paciente: Un conector o barra terminal, el cual está destinado como punto para puesta a tierra redundante de dispositivos, muebles, equipos y aparatos eléctricos, sirviendo en la vecindad del paciente. Además, para la puesta a tierra, con objeto de eliminar problemas de interferencia electromagnética en equipos eléctricos sensibles.

Punto de referencia de puesta a tierra: La barra para puesta a tierra del panel o tablero de alumbrado y control o del tablero del sistema eléctrico aislado, que suministra energía al área de atención del paciente.

Receptáculos seleccionados: Es la cantidad mínima de receptáculos para la conexión mediante clavijas de aparatos no fijos, normalmente requeridos para todas las tareas locales o los que se usen en la atención de los pacientes en caso de emergencia.

Sistema de emergencia: Un sistema constituido por alimentadores y circuitos derivados, que cumplen con los requisitos del Artículo 700, excepto las modificaciones de este Artículo 517, destinados a suministrar de una fuente alterna de energía a un número limitado de funciones consideradas vitales para la protección de la vida y la seguridad del paciente, con restablecimiento automático de la energía en un lapso de 10 s después de la interrupción del suministro de energía.

Sistema para aparatos y equipos: Parte del sistema eléctrico esencial, compuesto de circuitos derivados y alimentadores, conformados para su conexión automática con retardo de tiempo o en forma manual a las fuentes alternas de energía del sistema eléctrico esencial y que suministran energía primordialmente a equipos trifásicos.

Sistema eléctrico esencial: Sistema compuesto por los subsistemas de emergencia y de equipos, constituido por fuentes alternas de energía con todos los circuitos de distribución, dispositivos y equipos conectados. Debe de diseñarse para garantizar la continuidad de la energía eléctrica en lugares de atención de la salud, durante la interrupción del suministro de la fuente normal y para minimizar los problemas ocasionados por las fallas internas en los sistemas eléctricos esencial y no esencial.

Superficies conductoras expuestas: Superficies metálicas de aparatos, dispositivos y equipos no protegidas ni resguardadas permitiendo el contacto con ellas, estas superficies pueden quedar energizadas y conducir energía eléctrica. La pintura, la galvanización y recubrimientos similares, no se consideran aislamientos adecuados a menos que estén aprobados para ese uso.

Sistema eléctrico aislado: Un sistema integrado por un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de aislamiento de líneas, dispositivos para desconexión y protección, envolventes y panel o tablero de los circuitos derivados no puestos a tierra.

Transformador de aislamiento: Un transformador del tipo multidevanado, con los devanados primario y secundario acoplados sólo inductivamente, físicamente separados con una pantalla electrostática integrada entre ellos, y conectado a un sistema alimentador puesto a tierra que energiza su devanado primario.

Vecindad de un paciente: Es el espacio dentro del cual el paciente puede estar en contacto con las superficies expuestas o algún asistente que pueda tocarlo. Típicamente la vecindad de un paciente comprende un espacio de al menos de 1,8 m alrededor del perímetro de la cama o mesa de procedimientos o hasta donde se encuentre una pared, mampara o cortina de separación. Extendiéndose además verticalmente, a no menos de 2,3 m sobre el nivel del piso.

B. Alambrado y protección

517-10. Aplicación.

(a) La parte B se aplica a las áreas de atención al paciente en todas las instalaciones en lugares de atención de la salud.

(b) La parte B no se aplica en lo siguiente:

(1) Oficinas administrativas, pasillos, salas de espera y en áreas similares de clínicas, consultorios médicos y dentales e instalaciones para pacientes externos.

(2) Lugares de atención de enfermería y lugares de atención limitada, alambradas de acuerdo con lo indicado en los Capítulos 1 al 4 de esta norma, y donde estas áreas se usen exclusivamente como dormitorios por los pacientes.

517-11. Criterios generales de instalación y construcción. El objetivo de esta Sección es especificar los criterios de instalación y métodos de alambrado para minimizar las posibilidades de riesgos eléctricos, manteniendo adecuadas diferencias de potencial entre las superficies conductoras expuestas de equipos y aparatos utilizados en la vecindad del paciente y con las cuales el paciente puede tener contacto directo o a través de personas u otros medios.

NOTA: En las instalaciones de atención de la salud es difícil impedir la incidencia de una trayectoria conductora resistiva o capacitiva desde el cuerpo del paciente a cualquier objeto puesto a tierra, porque esa trayectoria puede establecerse accidentalmente o a través de personas, instrumentos directamente conectados al paciente y otras superficies eléctricamente conductoras con las que pueda tener el paciente contacto adicional. Los instrumentos dispositivos, equipos y aparatos que se conectan al paciente, se convierten entonces en posibles fuentes de corriente eléctrica que pudiera pasar a través de su cuerpo. El peligro se incrementa al asociar más equipos o dispositivos con el paciente y, por tanto, se necesitan incrementar las precauciones. Existen métodos para el control a niveles tolerables de las corrientes de fuga y de las descargas eléctricas capacitivas, uno de los métodos requiere limitar el flujo de corriente eléctrica que pudiera recorrer un circuito eléctrico que involucre el cuerpo del paciente, con el aumento de la resistencia del circuito conductor mediante el aislamiento de las superficies expuestas, el otro método consiste en la reducción a niveles también tolerables de la diferencia de potencial que pueda aparecer entre las superficies conductoras expuestas en la vecindad del paciente o por una combinación de los dos métodos mencionados. Se presenta un problema especial con el paciente en una trayectoria conductora directa desde el exterior hasta el músculo del corazón. En este caso, el paciente puede resultar electrocutado por niveles de tensión y corriente eléctrica tan bajos que se requiere protección adicional en el diseño de la instalación eléctrica, de

aparatos, equipos o dispositivos electromédicos, el aislamiento de los catéteres y en el control de la práctica médica.

517-12. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los Capítulos 1 al 4 de esta norma, excepto por modificaciones que se señalen en este Artículo.

517-13. Conexión de puesta a tierra de receptáculos y equipo eléctrico fijo

(a) Métodos de alambrado. En adición a los requerimientos indicados en 517-13 (b), todos los circuitos derivados que se localicen o utilicen en la vecindad del paciente y en las áreas de atención de pacientes deben proveerse de una trayectoria de puesta a tierra para corriente eléctrica de falla a través de un sistema de canalización metálica o cable armado. El sistema de canalización metálica o la cubierta del cable armado deben estar aprobados como conductores eficientes de puesta a tierra de equipo, de acuerdo con lo indicado en 250-91 (b). Los cables tipo AC, MC y tipo MI deben tener una armadura o cubierta exterior metálica identificada como un conductor eficiente para puesta a tierra de equipo.

(b) Conductor de puesta a tierra de equipos aislados. En las áreas utilizadas para la atención a pacientes y dentro de la vecindad del paciente, las terminales de puesta a tierra de todos los receptáculos y todas las superficies no conductoras de corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo que funciona a más de 100 V y sujetos a contacto con personas, deben conectarse a tierra por medio de un conductor de cobre aislado. El conductor de puesta a tierra debe seleccionarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, e instalarse en canalizaciones metálicas o cables armados con los conductores del circuito derivado que alimenten a estos receptáculos o al equipo fijo.

Excepción 1: Las placas metálicas pueden ser puestas a tierra por medio de tornillos metálicos los cuales fijan la placa a la caja de salida puesta a tierra o por un dispositivo aprobado de alambrado para puesta a tierra.

Excepción 2: Para luminarios a más de 2,3 m sobre el nivel de piso terminado y desconectadores localizados fuera de la vecindad del paciente no se requiere que tengan puesta a tierra por medio de un conductor aislado.

517-14. Puente de unión de tableros de alumbrado y control. Las barras de puesta a tierra de tableros de alumbrado y control, tanto de los circuitos normales como de los esenciales utilizados en la vecindad del paciente deben interconectarse con conductores de cobre aislados de tamaño nominal no menor que 5,26 mm^2 (10 AWG). Donde haya más de dos tableros que distribuyan energía al mismo lugar, estos conductores deben ser continuos de un tablero a otro.

517-16. Receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada. Los receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada permitidos en la Excepción 4 de 250-74, deben ser identificados. Tal identificación debe ser visible después de su instalación.

NOTA: Es importante tener cuidado al especificar el sistema de receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada, ya que se requiere de un conductor para puesta a tierra independiente y no se cumple con el requisito de contar con la puesta a tierra redundante, lo que ocasiona que en caso de la perdida de la continuidad, el paciente pueda quedar sujeto a diferencias de tensión y corrientes eléctricas qué pongan en riesgo la su vida. Además, la impedancia de puesta a tierra es controlada sólo por medio de los conductores de puesta a tierra y no se beneficia funcionalmente con ningún otro trayecto paralelo de puesta a tierra.

517-17. Protección por falla a tierra

(a) Alimentadores. Cuando los medios de desconexión de la acometida o alimentador, cuentan con protección por falla a tierra, como se especifica en las Secciones 230-95 o 215-10; debe proveerse por lo menos una etapa adicional de protección hacia la carga en cada uno de los circuitos alimentadores del sistema eléctrico no esencial. Tales protecciones están formadas por dispositivos de sobrecorriente o por transformadores de corriente y otro equipo de protección equivalente, que provoque la apertura de los dispositivos de desconexión del circuito alimentador y no el de la acometida o servicio.

Los niveles adecuados de protección por falla a tierra no deben ser aplicados:

(1) en el lado de la carga de los desconectadores de transferencia o retardadores de toma de carga de un sistema eléctrico esencial;

(2) entre las unidades generadoras en sitio que se describen en 517-35(b) y el sistema de desconectadores de transferencia del sistema eléctrico esencial o los retardadores de la toma de carga, o

(3) en sistemas eléctricos que no son en estrella sólidamente puestos a tierra con más de 150 V a tierra, pero no más de 600 V de fase a fase.

(b) Selectividad. Las protecciones por falla a tierra para la operación de los medios de desconexión de la acometida o del alimentador y de los circuitos alimentadores de la segunda etapa, deben tener selectividad de manera que si la falla a tierra está en el lado de la carga abra el dispositivo del circuito alimentador de la segunda etapa y no el de la acometida o el del servicio. Para lograr esto, se debe prever una separación de

seis ciclos por lo menos entre las bandas de desconexión de las protecciones de la segunda etapa de los circuitos alimentadores y las protecciones de la acometida o del servicio. El tiempo de apertura de los dispositivos de desconexión debe ser considerado al determinar la separación entre las dos bandas, para una precisión de 100% en la selectividad.

NOTA: Véase Nota de 230-95 para la transferencia de fuente alterna de energía cuando se utilizan métodos de protección por falla a tierra.

(c) Pruebas. Cuando se instale el equipo de protección de falla a tierra por primera vez, debe probarse cada nivel para asegurar el cumplimiento del inciso (b) de esta Sección.

517-18 Areas de atención general

(a) Circuitos derivados para camas de pacientes. Cada cama debe ser alimentada por lo menos por dos circuitos derivados, uno del sistema de emergencia y otro de la fuente de suministro normal o sistema eléctrico no esencial. Todos los circuitos derivados normales deben originarse en el mismo panel o tablero de alumbrado y control.

Excepción 1: Un circuito derivado que alimente solamente a una salidas o a un receptáculos para un propósito especial tal como una salida para equipo de rayos x móvil o portátil, no se requiere que sea alimentado desde el mismo panel o tablero de alumbrado o control.

Excepción 2: Los requerimientos del 517-18(a) no deben aplicarse a las áreas de camas de pacientes ubicadas en clínicas de consulta externa, consultorios médicos y dentales, instalaciones para pacientes externos y hospitales de psiquiatría, fármaco dependencia o drogadicción y rehabilitación. Así como en cuartos de pacientes utilizados sólo para dormir en lugares de enfermería y en lugares de atención limitada que reúnan los requisitos de alambrado de la Sección 517-10(b) (2).

Excepción 3: Las áreas de las camas de pacientes de atención general servida desde dos desconectadores de transferencia diferentes del sistema de emergencia no deben ser requeridos para tener circuitos de la fuente normal.

(b) Receptáculos para camas de pacientes. Cada cama de paciente debe estar provista como mínimo de cuatro receptáculos, deben ser del tipo sencillo o dúplex o una combinación de éstos. Todos los receptáculos cuatro o más deben ser del tipo “grado hospital” y así identificados, en cada receptáculo, se debe de conectar a la terminal de puesta a tierra un conductor de cobre aislado de tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la sección 517-13 (b) y Tabla 250-95.

Excepción 1: Los hospitales psiquiátricos, de drogadicción y rehabilitación deben reunir los requerimientos de la excepción indicados en la sección 517-10(b) (2).

Excepción 2: Los cuartos de seguridad siquiátrica no requieren salidas de receptáculos.

NOTA: En instalaciones existentes con receptáculos que no sean “grado-hospital”, no es necesario su reemplazo inmediato por receptáculos “grado hospital”, cuando se requiera reemplazar receptáculos, se deben instalar “grado hospital”. En ampliaciones, remodelaciones o adecuaciones, deben instalarse íntegramente receptáculos “grado hospital”.

(c) Areas de pediatría. Los receptáculos instalados en áreas de pediatría deben tener una protección o cubierta resistente para evitar que los niños introduzcan objetos en las aberturas donde se alojan las barras para conexión de la clavija.

517-19 Areas de atención crítica

(a) Circuitos derivados para camas de pacientes. Cada cama de paciente debe tener cuando menos dos circuitos derivados, uno o más del sistema de emergencia y uno o más del sistema normal, cuando menos un circuito de emergencia debe alimentar a uno o varios receptáculos en esta ubicación de la cama. Todos los circuitos de la fuente de suministro normal, deben partir del mismo panel o tablero de alumbrado y control. Los receptáculos del sistema de emergencia deben estar identificados y también deben indicar el panel o tablero de alumbrado y control desde donde se alimentan, así como el número del circuito derivado correspondiente.

Excepción 1: Los circuitos derivados que alimentan sólo a receptáculos y a equipo de uso especial, pueden estar alimentados desde otros paneles o tableros de alumbrado y control de la fuente normal.

Excepción 2: Areas de atención crítica que son servidas por dos desconectadores de transferencia independientes entre sí del sistema de emergencia, no requieren que tengan circuitos de la fuente normal.

(b) Receptáculos para camas de pacientes.

(1) Cantidad mínima y su alimentación del sistema. Cada cama de paciente debe estar provista como mínimo de seis receptáculos, cuando menos uno debe ser conectado como sigue:

a. El circuito derivado del sistema normal requerido en 517-19 (a)

b. A un circuito derivado del sistema de emergencia alimentado por un desconectador de transferencia diferente de los otros desconectadores que suministran energía a otros receptáculos de la misma área.

(2) Características de los receptáculos. Estos deben ser sencillos o dobles o una combinación de ellos. Todos los receptáculos, seis o más, deben ser del tipo "Grado Hospital" y estar así identificados, cada receptáculo debe contar con una conexión desde su terminal de puesta a tierra, hasta el punto de referencia a tierra en el panel o tablero para alumbrado y control, esta conexión debe ejecutarse por medio de un conductor aislado de cobre para puesta a tierra del equipo.

(c) Conexión para puesta a tierra en la vecindad del paciente (opcional). Se permite un punto de referencia de puesta a tierra del equipo en la vecindad del paciente, éste podrá contener uno o más conectores para este propósito. El conductor para la conexión entre el punto de puesta a tierra del equipo en la vecindad del paciente y los receptáculos no debe ser menor que 5,26mm^2 (10 AWG) y deberá utilizarse para conectar la terminal de puesta a tierra de todos los receptáculos con el punto de referencia de puesta a tierra del equipo en la vecindad del paciente.

El arreglo del conductor de puesta a tierra puede ser radial o en anillo.

NOTA: Cuando no exista punto de puesta a tierra del equipo en la vecindad del paciente, es importante que la distancia entre el punto de referencia de puesta a tierra del sistema aislado o del panel o tablero de alumbrado y control y la vecindad del paciente sea lo más corto posible para minimizar cualquier diferencia de tensión.

(d) Puesta a tierra de los paneles o tableros de alumbrado y control y los tableros de distribución. Donde se utilice un sistema de distribución eléctrico puesto a tierra y se usa, ya sea canalización metálica o cable tipo MC o tipo MI, continuidad de la puesta a tierra en los tableros de distribución y en los paneles o tableros para alumbrado y control, debe asegurarse en cada terminal o punto de unión de la canalización o del cable tipo MC y tipo MI con la envolvente metálica del equipo, por una de las siguientes maneras:

(1) Un monitor metálico de puesta a tierra y un conductor de cobre dimensionado de acuerdo con lo indicado en 250-95 conectado del monitor a la barra de puesta a tierra del equipo.

(2) Efectuar la conexión de la canalización metálica o cables MC o MI al tablero, por medio de bridas terminales roscadas planas o bridas de copa.

(3) Otros dispositivos aprobados tales como contratuercas o monitores aprobados para puesta a tierra.

(e) Técnicas de protección adicional en áreas de atención crítica (opcional). Se permite el uso de sistemas eléctricos aislados en áreas de atención crítica y si se usa, el equipo para sistemas eléctricos aislados debe ser aprobado para este propósito y el sistema debe ser diseñado, instalado y probado para estar de acuerdo con lo indicado en la sección 517-160.

Excepción: Se permite que los indicadores audibles y visibles del monitor de aislamiento de línea se localicen en la estación de enfermeras responsables del área de atención.

(f) Puesta a tierra del sistema eléctrico aislado. Donde se utilice una fuente de energía aislada no puesta a tierra y se limite la primera falla de corriente eléctrica a una baja magnitud, se permite que el conductor de puesta a tierra asociado con el circuito secundario esté fuera de la canalización de los conductores de energía del mismo circuito.

NOTA: Aun cuando se permite que el conductor de puesta a tierra, se instale fuera de la canalización, es más seguro que el conductor esté junto con los conductores de energía, lo cual garantiza una baja impedancia en el caso de una segunda falla a tierra o corto circuito entre líneas, propiciando mejor operación de las protecciones.

(g) Puesta a tierra de receptáculos para uso especial. El conductor de puesta a tierra de equipos para receptáculos de usos especiales, como la operación de un equipo móvil o portátil de rayos X, debe continuarse hasta el punto de referencia de puesta a tierra, de los circuitos derivados en todos los lugares probables de utilización de estos receptáculos. Donde este circuito especial se alimente de un sistema eléctrico aislado no puesto a tierra, no se requiere que el conductor de puesta a tierra se instale con los conductores de energía, sin embargo, la terminal de puesta a tierra del equipo del receptáculo de uso especial debe conectarse al punto de referencia de puesta a tierra.

517-20 Locales húmedos

(a) Receptáculos y equipos fijos. Todos los receptáculos y equipo fijo dentro del local mojado deben tener una protección para el personal con interruptor de circuito por falla a tierra, si la interrupción de energía bajo condiciones de falla puede ser tolerada. Cuando esta interrupción no sea tolerada, la alimentación debe ser por un sistema de energía aislado.

Excepción: Circuitos derivados que alimenten solamente a equipo terapéutico y para diagnóstico fijo y aprobado, podrán alimentarse de un servicio normal puesto a tierra, ya sea monofásico o trifásico siempre que:

(1). El alambrado para los circuitos aislados y de los circuitos puestos a tierra no ocupen las mismas canalizaciones, y

(2). Todas las superficies conductoras del equipo estén puestas a tierra.

(b) Sistema eléctrico aislado. Donde se utilice un sistema eléctrico aislado, el equipo debe estar aprobado para este propósito e instalado de tal manera que cumpla con lo requerido en el 517-160.

NOTA: Para los requisitos de la instalación en albercas y tinas terapéuticas, véase la Parte F del Artículo 680.

(c) Pruebas mínimas.

Los interruptores de falla a tierra (GFCI) grado hospital y los receptáculos con este tipo de protección, deben de probarse para que operen a menos de 6 mA.

517-21 Interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas. No se requiere protección para personas con interruptor de circuito por falla a tierra en receptáculos instalados en áreas de cuidados críticos, donde el lavabo sea instalado dentro del cuarto del paciente.

C. Sistema eléctrico esencial

517-25 Alcance. El sistema eléctrico esencial para estos lugares, debe comprender un sistema capaz de suministrar una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales son considerados esenciales para la preservación, la seguridad de la vida y para que se suspendan ordenadamente los procedimientos en ejecución durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Esto incluye: clínicas para consulta externa, consultorios médicos y dentales, lugares para pacientes ambulatorios, enfermerías, lugares de atención limitada, hospitales y otras instalaciones para atención de la salud de pacientes.

NOTA: Para información adicional sobre la necesidad de sistemas eléctricos esenciales. Se deberán aplicar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

517-30 Sistemas eléctricos esenciales para hospitales

(a) Aplicación. Las disposiciones de la Parte C, Secciones 517-30 a 517-35 deben aplicarse a hospitales donde se requiera el sistema eléctrico esencial.

NOTA: Para información adicional sobre la instalación de bombas centrífugas contra incendios, véase el Apéndice B2.

(b) Disposiciones generales

(1) Sistemas separados. El sistema eléctrico esencial para hospitales debe estar compuesto por dos subsistemas independientes capaces de suministrar una cantidad limitada de energía eléctrica para el servicio de alumbrado y fuerza, considerado esencial para la seguridad de la vida y la operación segura y efectiva durante el tiempo que el servicio eléctrico normal se interrumpe por cualquier razón. Estos dos subsistemas deben ser el subsistema de emergencia y el subsistema para equipos.

(2) Sistemas de emergencia. El sistema de emergencia debe estar limitado a circuitos esenciales para la seguridad de la vida y para atención crítica de pacientes. Estos están designados como circuitos derivados para la seguridad de la vida y circuitos derivados críticos.

(3) Sistema de equipo. El sistema para equipos debe suministrar energía al equipo principal necesario para la atención a los pacientes y a la operación básica del hospital.

(4) Desconectador de transferencia. El número de desconectadores de transferencia se debe basar en la confiabilidad, diseño y consideraciones de carga. Cada circuito derivado del sistema de emergencia y cada circuito del sistema de equipos tendrá uno o más desconectadores de transferencia, como se observa en las figuras 517-30 (a) y (b). Se permite que un desconectador de transferencia alimente uno o más circuitos derivados o subsistemas en una instalación, con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 KVA.

NOTA: Para mayor información de las características y de los requerimientos de funcionamiento, operación, mantenimiento y pruebas, de los desconectadores de transferencia automáticos y no automáticos para hospitales y centros ambulatorios, Apéndices B1 y B2.

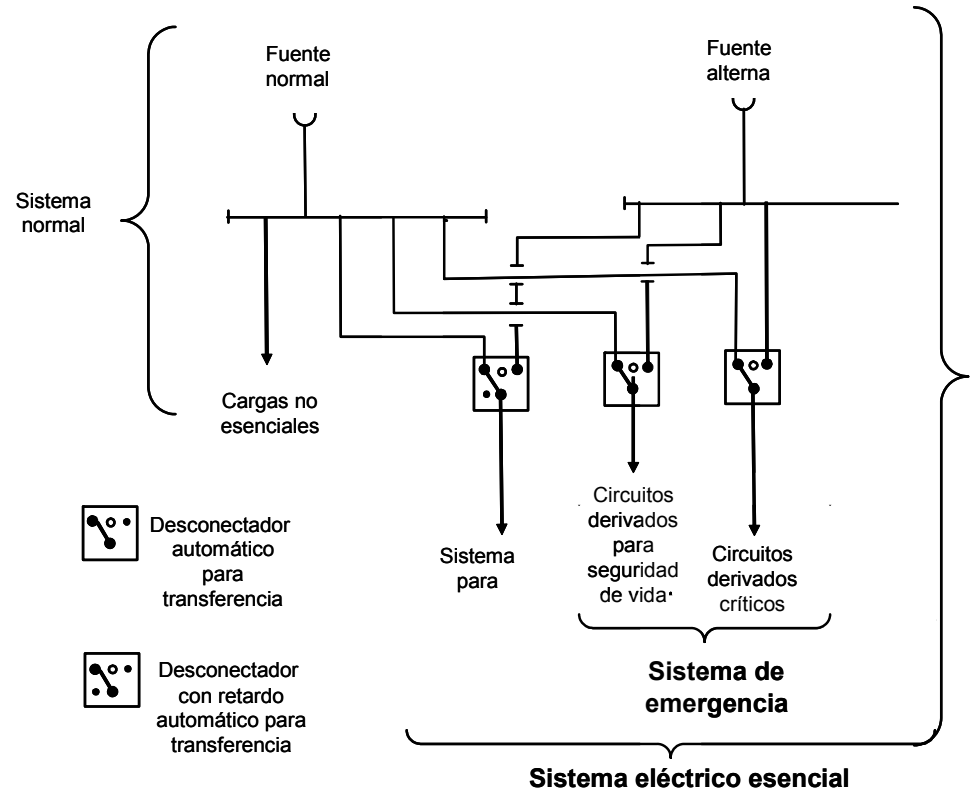


FIGURA 517-30 (a).- Hospitales y lugares de atención de la salud para pacientes ambulatorios – Requisito mínimo de desconectadotes para transferencia.

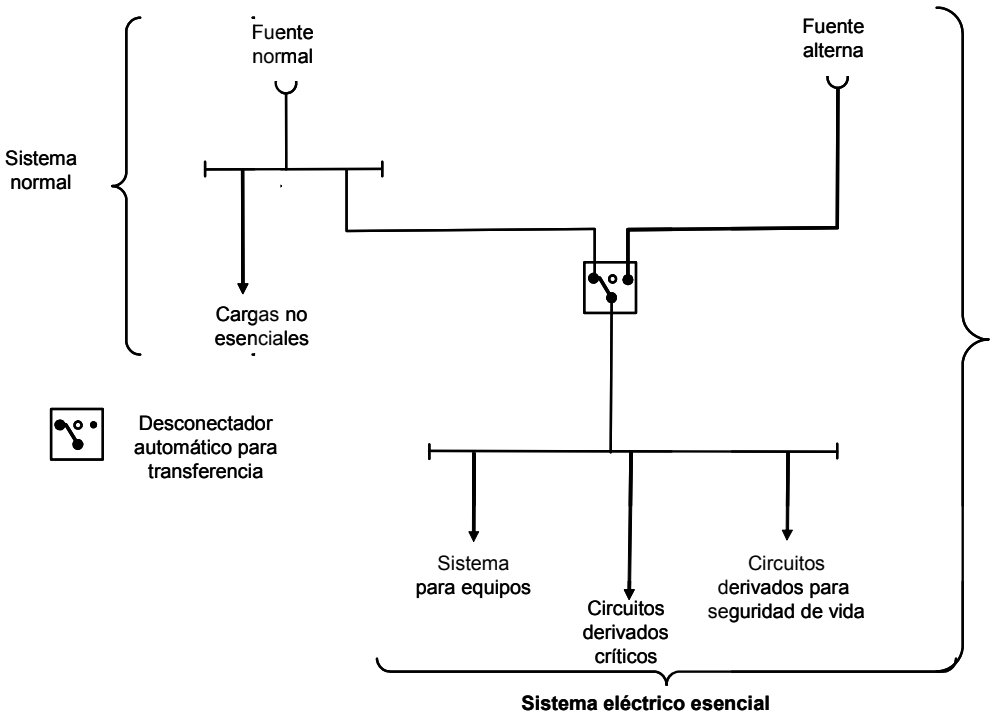


FIGURA 517-30 (b).- Hospitales y lugares de atención de la salud para pacientes ambulatorios – Requisito mínimo de un deconectador para transferencia con carga de hasta 150 kVA.

(5) Otras cargas. Las cargas alimentadas por el equipo generador y que no estén específicamente mencionadas en las secciones 517-32, 517-33 y 517-34, deben alimentarse por su propio desconectador de transferencia de tal forma que estas cargas:

(a) No sean transferidas en caso de que se produzca una sobrecarga al equipo generador; y

(b) Se desconecten automáticamente al producirse una sobrecarga en el equipo generador.

(6) lugares contiguos. Se permite que las fuentes de alimentación normal y fuentes alternas de un hospital, alimenten a sistemas eléctricos esenciales de otros lugares contiguos o del mismo predio.

NOTA: Para información adicional, véase los Apéndices B1 y B2.

(c) Requisitos de alambrado

(1) Separación de otros circuitos. Los circuitos derivados de seguridad de la vida y los derivados críticos del subsistema de emergencia deben estar completamente independientes uno del otro y de cualquier otro alambrado de equipos y no deben ocupar las mismas canalizaciones, cajas, o gabinetes. Los alambrados de los circuitos derivados de seguridad de la vida y derivados críticos, se permite que ocupen las mismas canalizaciones cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte de estos circuitos derivados donde tales alambrados cumplan con lo siguiente:

(1): Estén dentro del gabinete del equipo de transferencia; o

(2): Estén dentro de las salidas o luminarios de emergencia que son alimentadas de dos fuentes independientes, o

(3): Estén dentro de una caja de conexiones anexa a la salida de una luminario de emergencia alimentada de dos fuentes independientes, o

(4): Alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde el mismo circuito derivado.

Se permite que el alambrado de un sistema de equipo ocupe la misma canalización, caja o gabinete de otros circuitos que no sean parte del sistema de emergencia.

(2) Sistema eléctrico aislado. Donde los sistemas eléctricos aislados estén instalados en algunas de las áreas dadas en las Secciones 517-33(a) (1) y 517-33(a) (2) cada sistema debe ser alimentado por un circuito individual sin alimentar otra carga.

(3) Protección mecánica del sistema de emergencia. El alambrado de un sistema de emergencia para un hospital debe estar protegido mecánicamente por una canalización metálica rígida o cable armado tipo MI.

Excepción 1: Los cordones y cables flexibles de aparatos u otros equipos de utilización, conectados al sistema de emergencia, no requieren alojarse en canalizaciones.

Excepción 2: Los circuitos secundarios de los transformadores para sistemas de comunicaciones o señalización, no se requiere que estén alojados en canalizaciones, a menos que se especifique otra cosa en los capítulos 7 u 8.

Excepción 3: Se permite el tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado si los circuitos derivados no alimentan áreas de atención a pacientes y si no se prohíbe en otra parte de esta norma.

Excepción 4: Donde esté ahogado en concreto no-menos de 50 mm de espesor, se permite utilizar tubo (conduit) rígido no metálico tipo ligero o tubería eléctrica no metálica, en circuitos derivados que no alimenten áreas de atención a pacientes.

Excepción 5: Se permite el uso de canalizaciones metálicas flexibles y cables armados, en módulos prefabricados grado médico para montaje en muro, mobiliario aprobado para oficinas o donde sea necesaria una conexión flexible al equipo.

NOTA: Ver la sección 517-13 (a) y (b) para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de atención al paciente,

(d) Capacidad de sistemas. El sistema eléctrico esencial, debe tener capacidad suficiente para satisfacer la demanda de la operación de todas las funciones y equipos alimentados por cada sistema y sus circuitos derivados.

Los alimentadores deben dimensionarse de acuerdo con lo indicado en los Artículos 215 y 220. El (los) grupo(s) generador(es) debe(n) tener capacidad suficiente y un rango adecuado para cubrir la demanda requerida por la carga de los sistemas eléctricos esenciales en cualquier momento.

El cálculo de la demanda para dimensionar el (los) generador(es) debe basarse en:

(1) factores prudentes de demanda y datos históricos, o

(2) carga conectada, o

(3) procedimiento de cálculos de alimentadores como se describe en el Artículo 220, o

(4) cualquier combinación de las anteriores consideraciones.

Los requisitos para dimensionar lo descrito en 700-5 y 701-6 no deben aplicarse en al grupo o grupos generadores para hospitales.

(e) Identificación de receptáculos. La cubierta de las placas para los receptáculos eléctricos o los mismos receptáculos eléctricos o ambos, alimentados del sistema de emergencia deben tener un color distintivo o una marca que los haga fácilmente identificables.

NOTA: Para información adicional, véase los apéndices B1 y B2.

517-31 Sistema de emergencia. Aquellas funciones de atención de pacientes que dependan de la iluminación, de equipos, aparatos y dispositivos que son conectados al sistema de emergencia, deben estar divididos en dos circuitos derivados obligatorios: el circuito de seguridad de la vida y el circuito derivado crítico, descritos en 517-32 y 517-33, respectivamente.

Los circuitos derivados del sistema de emergencia deben estar instalados y conectados a la fuente alterna de alimentación, de manera que las funciones especificadas en 517-32 y 517-33 para el sistema de emergencia, deben ser automáticamente restablecidas para operar dentro de diez segundos después de la interrupción de la fuente normal.

517-32 Circuito derivado de seguridad de la vida. Al circuito derivado de la seguridad de la vida no debe conectarse ninguna otra función diferente a las mencionadas en los incisos del (a) al (g) de esta sección. El circuito derivado de seguridad de la vida del sistema de emergencia debe alimentar las siguientes funciones de: alumbrado, receptáculos y los equipos indicados en esta Sección (incisos a, b, c, d, f y g).

(a) Iluminación de las rutas de evacuación. La iluminación de las rutas de evacuación tales como: circulaciones, pasillos, escaleras y áreas que acceden a las puertas de salida o de acceso a zonas seguras y en general a todas las vías necesarias que conduzcan a las mismas, se permite un arreglo en la disposición de circuitos para transferir alumbrado de los pasillos de encamados del circuito general al nocturno siempre y cuando se pueda seleccionar sólo uno de ellos y que ambos circuitos no puedan interrumpirse al mismo tiempo.

(b) Señalización de salidas. Las señales de salida y flechas que indiquen las rutas de evacuación hasta las áreas seguras.

(c) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas contra incendio.

(2) Alarmas para los sistemas utilizados en tuberías de gases para uso médico no inflamables.

NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2.

(d) Sistemas de comunicación. Sistemas de comunicación en hospitales, donde se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia.

(e) Local del grupo generador. Alumbrado del área de maniobras de las baterías de la planta de emergencia y del cargador del banco de baterías y receptáculos seleccionados.

(f) Elevadores. Iluminación en las cabinas de los elevadores, sistemas de control, señalización y comunicación.

(g) Puertas automáticas. Puertas operadas automáticamente utilizadas para la evacuación de edificios.

NOTA: Para mayor información ver Apéndices B1 y B2.

517-33. Circuito derivado crítico

(a) Iluminación de áreas de trabajo y receptáculos seleccionados. El circuito derivado crítico del sistema de emergencia debe abastecer energía para el alumbrado del lugar de trabajo y para equipo fijo y circuitos especiales de alimentación y receptáculos seleccionados que sirvan a las siguientes áreas y tengan funciones relacionadas con la atención de pacientes.

(1) Iluminación de las áreas de trabajo de atención crítica al paciente donde se utilicen gases anestésicos, receptáculos seleccionados y equipo fijo.

(2) Los sistemas eléctricos aislados en ambientes especiales.

(3) Areas de atención al paciente, iluminación del lugar de trabajo y receptáculos seleccionados en:

a. Pediatría

b. Preparación de medicamentos

c. Farmacias

d. Cuidados intensivos

e. Camas de psiquiatría (omitir los receptáculos)

f. Salas de tratamientos.

g. Centrales de Enfermeras

(4) Alumbrado adicional y receptáculos en lugares de atención especializada de pacientes, donde se necesite.

(5) Sistema de llamadas de enfermeras.

(6) Banco de sangre, de huesos y de tejidos.

(7) Salas y armarios para equipo de telefonía.

(8) Alumbrado de áreas de trabajo, receptáculos y circuitos seleccionados en los siguientes casos:

a. Camas de atención general (al menos un receptáculo doble por cada cama de pacientes).

b. Laboratorios de angiografía

c. Laboratorios de cateterismo cardiaco.

d. Unidad de cuidados coronarios.

e. Areas o salas de hemodiálisis.

f. Areas de tratamientos en salas de urgencias (seleccionados).

g. Laboratorios de fisiología humana.

h. Unidad de terapia intensiva.

i. Salas de recuperación postoperatoria (seleccionados).

(9) Alumbrado de lugares de trabajo, receptáculos y circuitos seleccionados adicionales, necesarios para la operación efectiva del hospital. Se permite que los motores fraccionarios monofásicos estén conectados del circuito derivado crítico.

NOTA: Para información adicional sobre centros de atención de la salud, ver el Apéndice B2.

(b) Subdivisión del circuito derivado crítico. Está permitido dividir el circuito derivado crítico en dos o más circuitos derivados.

NOTA: Es importante analizar las consecuencias de alimentar un área solamente con un circuito derivado crítico, cuando ocurre una falla entre ésta área y el desconectador de transferencia. Puede ser apropiado alimentar una parte con sistema normal y crítico, o del circuito derivado crítico, desde desconectadores de transferencia diferentes.

(c) Identificación de receptáculos. La cubierta de las placas para los receptáculos eléctricos o los mismos receptáculos o ambos, alimentados por el derivado crítico deben tener un color distintivo o una marca que los haga fácilmente identificables.

517-34. Conexión del sistema de equipo a la fuente alterna de energía. El sistema de equipo debe ser instalado y conectado a la fuente alterna de energía, de tal manera que el equipo descrito en 517-34 (a) se restablezca automáticamente en operación en un intervalo de tiempo apropiado, después de energizar al sistema de emergencia. Estos arreglos también proveen la conexión subsiguiente del equipo descrito en 517-34 (b).

NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2.

Excepción: Se permite para los sistemas eléctricos esenciales menores de 150 kVA suprimir el intervalo de tiempo para retrazo de la conexión automática del sistema para equipos.

(a) Equipo para conexión de retardo automático. El siguiente equipo debe ser conformado para una conexión con retardo automático a la fuente alterna de energía.

(1) Sistemas centrales de succión que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas incluyendo los controles. Tales sistemas de succión son permitidos en el circuito derivado crítico.

(2) Las bombas de desagüe u otro equipo cuya operación sea requerida para la seguridad de aparatos importantes, incluyendo sus sistemas asociados de control y alarma.

(3) Sistemas de aire comprimido grado médico que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas incluyendo los controles. Tales sistemas de aire son permitidos en el circuito derivado crítico.

(4) Sistemas de control de humos o de presurización de escaleras o ambos.

(5) Sistemas de inyección o extracción o ambos para campanas de cocina, si se requiere su operación durante un incendio al interior o debajo de la campana.

Excepción. Cuando los estudios de ingeniería indiquen que es necesario, se permite la conexión con retardo automático secuencial a la fuente alterna de energía, para prevenir sobrecargas al generador.

(b) Equipo para conexión de retardo automático o manual. El siguiente equipo debe ser planeado para conexión de retardo automático o manual a la fuente alterna de energía:

(1) Equipo para calefacción y/o refrigeración en salas de cirugía, de parto, de labor, de recuperación, de terapia intensiva y cuidados coronarios, de pediatría, y de urgencias, cuartos generales de pacientes y cuartos de aislamiento por infección, así como, las bombas de agua (bomba piloto), necesaria para mantener presurizado el sistema básico de protección contra incendio.

Excepción: La calefacción de cuartos generales de pacientes y cuarto de aislamiento por infección durante la interrupción de la fuente normal de energía, no se requiere bajo ninguna de las siguientes condiciones:

a. Si la temperatura exterior de diseño es mayor que -6,7ºC.

b. Si la temperatura externa de diseño es menor que -6,7ºC, y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes confinados, únicamente este cuarto requiere calefacción.

(c) Las instalaciones servidas por una doble fuente normal de energía.

NOTA 1: La temperatura de diseño está basada en el 97,5% del valor de diseño. Ver Apéndice B2.

NOTA 2: Para descripción de una doble fuente normal de energía, véase la nota de la Sección 517-35 (c).

(2) Un elevador seleccionado para proporcionar servicio a pacientes entre salas de cirugía, salas de expulsión (parto) y planta baja durante una interrupción de la fuente normal. En los casos de la interrupción de la fuente normal que provoque un paro de los otros elevadores entre pisos, se deben proveer elementos de transferencia que permitan el funcionamiento temporal de cualquier elevador para poder liberar a los pacientes u otras personas que hayan quedado atrapadas entre pisos.

(3) Sistemas de ventilación e inyección, retorno y extracción para climatización de cuartos de aislamiento de infecciones, cuartos de protección del medio ambiente, ventiladores de extracción de humos en campanas de laboratorios, áreas de medicina nuclear donde se use material radioactivo, evacuación de óxido de etileno y demás gases anestésicos. Donde la conexión eléctrica de retardo automático no es apropiada, tales sistemas de ventilación se permite sean colocados en el circuito derivado crítico.

NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2

(4) Cámaras hiperbáricas.

(5) Cámaras hipobáricas.

(6) Puertas operadas automáticamente.

(7) Un mínimo de autoclaves de operación eléctrica, se permite que estén conformados para conectarse en forma automática o manual, a la fuente alterna de energía.

(8) Controles para equipos listados en la Sección 517-34.

(9) Se permite que otros equipos seleccionados sean conectados al sistema de equipos.

NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2.

517-35. Fuentes de energía

(a) Dos fuentes de energía independientes. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de energía independientes. Una fuente normal que generalmente alimente a todo el sistema eléctrico y una o más fuentes alternas para uso cuando se interrumpa el servicio normal.

(b) Fuente alterna de energía. La fuente alterna de energía debe ser una de las siguientes:

(1) Uno o varios generadores accionados por alguna clase de fuerza motriz y ubicados en el predio.

(2) Otra(s) unidad(es) generadora(s) donde la fuente normal consista de unidad(es) generadora(s) ubicada(s) en el predio.

(3) Una acometida de energía externa cuando la fuente normal consista de unidad(es) generadora(s) localizada(s) en el predio.

(c) Ubicación de los componentes del sistema eléctrico esencial. Deben darse consideraciones de cuidados externos en la ubicación de los locales donde se encuentren los componentes del sistema eléctrico esencial, para minimizar interrupciones causadas por fuerzas naturales comunes en el área (por ejemplo: tormentas, inundaciones, terremotos y riesgos creados por estructuras o actividades contiguas).

También debe considerar la posible interrupción de los servicios eléctricos normales, como resultado de causas similares, así como la interrupción del servicio eléctrico normal debido a las fallas internas del alambrado o de los equipos.

NOTA: En instalaciones cuya fuente de energía normal tenga dos o más acometidas independientes provenientes de subestaciones diferentes del servicio eléctrico normal, es más confiable que aquellas que tengan una sola acometida. La doble fuente de suministro normal, consiste de dos o más servicios de energía eléctrica alimentados desde subestaciones independientes o desde una red de distribución del suministrador con múltiples fuentes de alimentación dispuestos con independencia mecánica y eléctrica, de tal manera que una falla entre las instalaciones, las fuentes generadoras o subestaciones del suministrador, no es causa probable de una interrupción en más de uno de los alimentadores que suministran el servicio al lugar para atención de la salud.

517-40. Sistemas eléctricos esenciales para enfermerías y áreas de atención limitada

(a) Aplicación. Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40 (c) a 517-44, deben aplicarse a enfermerías y en lugares de atención limitada.

Excepción: Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40 (c) hasta 517-44, no deben aplicarse a edificios independientes utilizados como enfermerías y lugares de atención limitada, siempre que se aplique lo siguiente:

1. Que se mantengan políticas de no admisión y de altas que impidan la provisión de cuidados ininterrumpidos para pacientes o residentes que puedan requerir equipo eléctrico de soporte a la vida.

2. Que no se ofrezca un tratamiento quirúrgico que requiera anestesia general.

3. Que esté provista de sistema(s) automático(s) operado(s) con baterías o equipo que debe ser efectivo por lo menos 1,5 horas y esté por otra parte, de acuerdo con lo indicado en la Sección 700-12. Además, debe ser capaz de suministrar alumbrado de emergencia para puertas y corredores de salidas, escaleras, centrales de enfermeras, áreas de preparación médica, casas de máquinas y áreas de comunicaciones. Este sistema debe también suministrar energía para operar todos los sistemas de alarma y alerta.

NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2.

(b) Servicios de cuidados de hospitalización a pacientes. Las enfermerías y lugares de atención limitada que proporcionan servicios de hospitalización deben cumplir con lo requerido en la Parte C, Sección 517-30 a 517-35.

(c) Instalaciones contiguas o ubicadas dentro de hospitales. Se permite que las enfermerías y lugares de atención limitada contiguas o ubicadas dentro de hospitales tengan su sistema eléctrico esencial alimentado por el del hospital.

NOTA: Para información operación, mantenimiento y pruebas requeridas de sistemas eléctricos esenciales en enfermerías y lugares de atención limitada, ver Apéndices B.1 y B.2.

517-41. Sistemas eléctricos esenciales

(a) Disposiciones generales. Los sistemas eléctricos esenciales para enfermerías y áreas de atención limitada deben constar de dos circuitos derivados capaces de suministrar una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales sean considerados esenciales para la seguridad de la vida y la operación efectiva de la institución durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Estos dos circuitos derivados independientes deben ser el de seguridad de la vida y el derivado crítico.

NOTA: Para información ver Apéndices B.1 y B.2.

(b) Desconectadores de transferencia. El número de desconectadores de transferencia a utilizar se debe basar en la confiabilidad, diseño y consideraciones de carga. Cada circuito derivado del sistema eléctrico esencial debe estar alimentado por uno o más desconectadores de transferencia, como se observa en la figura 517-41 (a). Se permite que un desconectador de transferencia alimente a uno o más circuitos derivados o sistemas eléctricos esenciales en una instalación con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 kVA como se observa en la figura 517-41 (b).

NOTA: Para información sobre la selección, operación, mantenimiento y pruebas requeridas a los desconectadores de transferencia en enfermerías y lugares de atención limitada ver Apéndices B.1 y B.2.

(c) Capacidad del sistema. El sistema eléctrico esencial debe tener la capacidad para satisfacer la demanda de la operación de todas las funciones y de los equipos, alimentados por cada circuito derivado en forma simultánea.

(d) Separación de otros circuitos. El circuito derivado de seguridad de la vida debe estar totalmente independiente de otros alambrados y equipos, y no ocupar la misma canalización, cajas o gabinetes de otros alambrados, excepto en los casos siguientes:

(1) En desconectadores de transferencia.

(2) En luminarios alimentados desde dos fuentes para señalización de rutas de evacuación.

(3) En cajas de conexiones comunes conectadas a los luminarios de salida o emergencia alimentadas desde dos fuentes.

Se permite que el alambrado del circuito derivado crítico ocupe las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte del circuito derivado de seguridad de la vida.

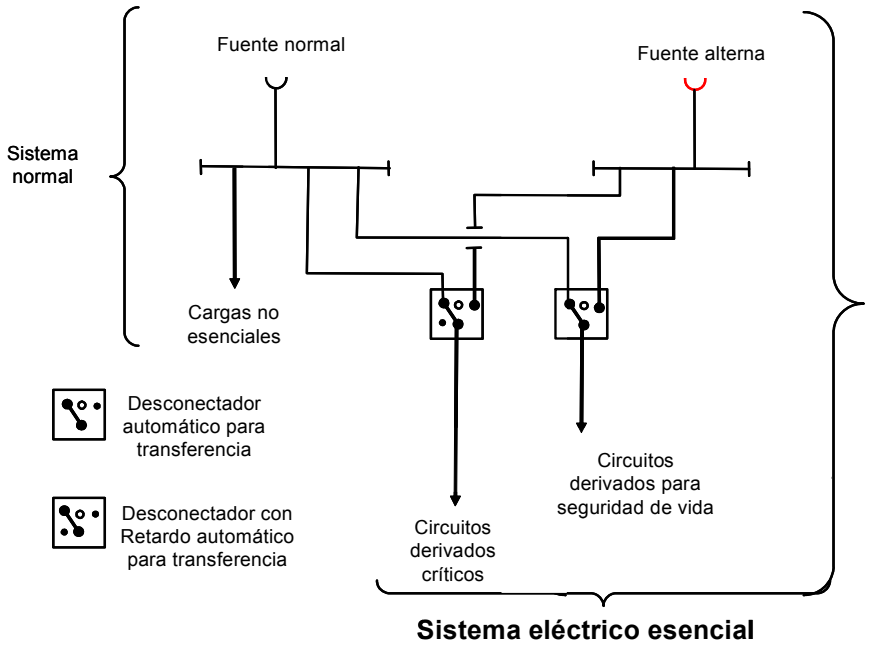


FIGURA 517-41 (a) Enfermerías y lugares de cuidados de la salud para la atención a pacientes con limitaciones – Requisito mínimo para transferencia

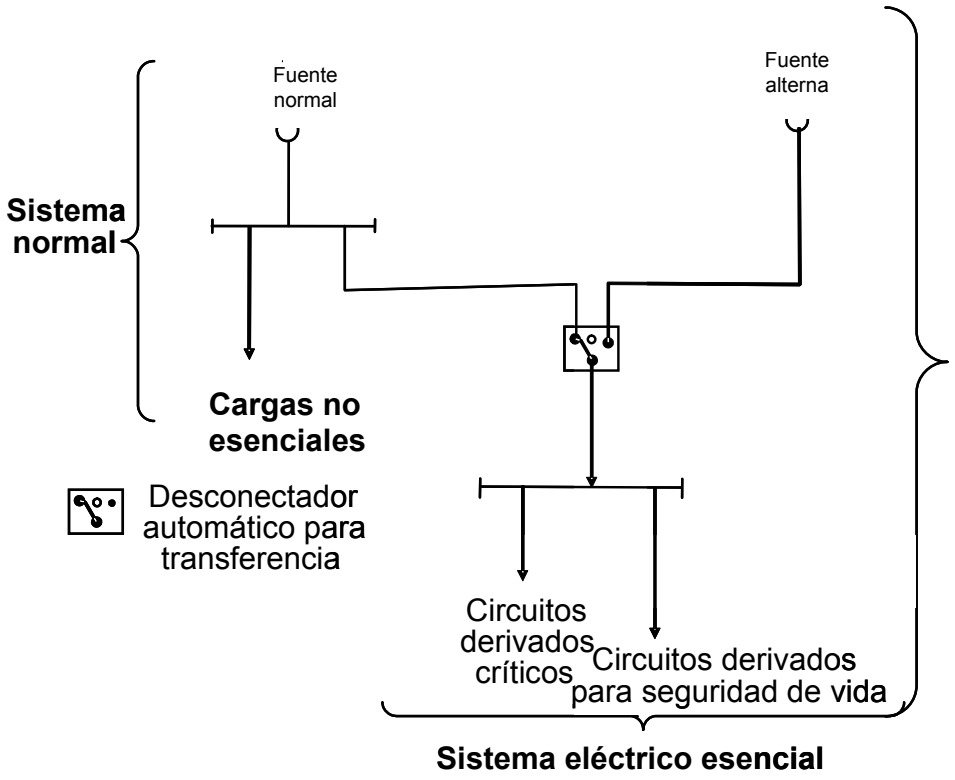


FIGURA 517-41 (b) Enfermerías y lugares de cuidados de la salud para la atención a pacientes con limitaciones – Requisito mínimo de un desconectador para transferencia con carga de hasta 150 KVa.

517-42 Conexión automática al circuito derivado de seguridad de la vida. El circuito derivado de seguridad de la vida debe ser instalado y conectado a una fuente alterna de energía de manera que todas las operaciones de los servicios especificados en esta Sección se restablezcan automáticamente para su funcionamiento en un lapso menor que 10 s después de la interrupción de la fuente normal. Ninguna otra función que las instaladas 517-42 (a) hasta 517-42 (g) deben conectarse al circuito derivado de seguridad de la vida. El circuito derivado de seguridad de la vida debe suministrar energía para alumbrado, receptáculos y equipos:

NOTA: El circuito derivado de seguridad de la vida es llamado el Sistema de emergencia, véase Apéndice B1 y B2.

(a) Iluminación de las rutas de evacuación. La iluminación de las rutas de evacuación, tal como el alumbrado requerido para circulaciones, pasillos, escaleras, helipuerto y acceso a puertas de salida y de las vías necesarias para llegar a las salidas y áreas seguras. Se permite un arreglo para transferir el alumbrado de pasillos de encamados a los circuitos generales de alumbrado, siempre que uno de los dos circuitos se seleccione y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse al mismo tiempo.

(b) Señalización de salidas. Las señales de salidas y señales direccionales de salida.

(c) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas de incendio.

(2) Alarmas requeridas por los sistemas de distribución de gases medicinales no inflamables.

NOTA: Para mayor información consultar el Apéndice B1 y B2.

(d) Sistemas de comunicación. Sistemas de comunicación, cuando éstos se utilicen para transmitir instrucciones durante las situaciones de emergencia.

(e) Comedores y áreas de recreación. Luminarios suficiente en comedores y áreas de recreación para proveer iluminación en las rutas de salida.

(f) Local del grupo generador. El alumbrado del área de trabajo y receptáculos seleccionados en el lugar destinado para el grupo generador, además de iluminación de emergencia a base de baterías.

(g) Elevadores. Iluminación en las cabinas de los elevadores, sistemas de control, comunicación y señalización en elevadores.

NOTA: Para mayor información puede consultarse el Apéndice B1 y B2.

517-43 Conexión a un circuito derivado crítico. El circuito derivado crítico debe instalarse y conectarse a la fuente alterna de energía, de forma que el equipo citado en 517-43 (a) se restablezca automáticamente a intervalos de tiempo apropiados siguiendo la secuencia de restablecimiento de la operación del circuito derivado de seguridad de la vida. Esta conformación debe también proceder para la conexión adicional del equipo listado en 571-43 (b) por otros retardadores automáticos o de operación manual.

Excepción: Para sistemas eléctricos esenciales hasta de 150 kVA, se permite la conexión con retardo automático del subsistema de equipos.

(a) Conexión automática con retardo. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse para una conexión automática con retardo a la fuente alterna de energía.

(1) Areas de atención de pacientes. Iluminación de trabajo y receptáculos seleccionados en:

a. Areas de preparación de medicamentos.

b. Areas de despacho en farmacias.

c. Central de enfermeras

(2) Bombas para desagüe y otros equipos y otros equipos requeridos para operar con mayor seguridad los aparatos y sus sistemas de control y alarmas.

(3) Sistemas de control de detección de humos y presurización de escaleras.

(4) Sistemas de inyección y extracción para gases y humos en campanas de cocina, que requieran operar durante un incendio en o bajo la campana.

(5) Sistemas de inyección, retorno y extracción para cabinas en cuartos de aislados por infección.

(b) Conexión manual o automática con retardo. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse ya sea para una conexión manual o automática con retardo de tiempo a la fuente alterna de energía.

(1) Equipo de calefacción para cuartos de pacientes.

Excepción: La calefacción de cuartos de pacientes durante la interrupción de la fuente normal no se requiere bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(a). La temperatura exterior de diseño es mayor que –6,7ºC; o

(b). La temperatura externa de diseño es menor que –6,7ºC, y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes que se alberguen, únicamente este cuarto requiere calefacción, o

(c). La instalación está alimentada por una fuente doble de energía como la descrita en 517-44 (c).

NOTA: La temperatura exterior de diseño está basada en el 97,5% del valor de diseño, véase Apéndice B2.

(2) Elevador de servicio. En los casos en que la interrupción de energía provoque el paro de elevadores entre pisos, la instalación debe permitir la operación temporal de cualquier elevador para liberar a los pasajeros. Para los requisitos de alumbrado, control y sistemas de señalización, de la cabina del elevador, véase la Sección 517-42 (g).

(3) Iluminación, receptáculos y equipos adicionales se permitirán conectarse solamente al circuito derivado crítico.

NOTA: Para mayor información ver Apéndice B1 y B2.

517-44. Fuentes de energía

(a) Dos o más fuentes independientes de energía. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes independientes de energía: una fuente normal generalmente alimentando al sistema eléctrico total y una o más fuentes alternas para su uso cuando la fuente normal se interrumpe.

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(b) Fuente alterna de energía. La fuente alterna de energía debe ser uno o varios generadores accionados por alguna forma de motores primarios y localizados en el mismo predio del usuario.

Excepción 1: Donde la fuente normal consista de unidades generadoras en el predio, la fuente alterna deberá ser cualquier otro grupo generador o un servicio externo.

Excepción 2: Las enfermerías y los lugares de atención limitada que cumplan los requerimientos de la excepción del 517-40 (a) se permite el uso de un sistema de baterías o batería auto contenida o integrada con el equipo.

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(c) Ubicación de los componentes de sistemas eléctricos esenciales. Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los lugares destinados a los componentes del sistema eléctrico esencial para minimizar las interrupciones ocasionadas por siniestros propios del área (por ejemplo, tormentas, inundaciones, terremotos o peligros creados por estructuras o movimientos colindantes). Se debe considerar la posible interrupción de los servicios eléctricos normales que resulten por causas similares, así como posibles interrupciones del suministro normal debido a fallas del equipo y del alambrado interno.

NOTA: En instalaciones cuya fuente de energía normal tenga dos o más acometidas independientes provenientes de una estación central el servicio eléctrico normal es más confiable que aquellas que tengan una sola acometida. Esta doble fuente de suministro normal, consiste de dos o más servicios de energía eléctrica alimentados desde grupos generadores independientes o desde una red de distribución del suministrador, con múltiples fuentes de alimentación dispuestos con independencia mecánica y eléctrica, de tal manera que una falla entre las instalaciones y las fuentes generadoras no es causa probable de una interrupción en más de uno de los alimentadores que suministran el servicio.

517-45. Sistemas eléctricos esenciales para otras instalaciones en lugares de atención de la salud

Esta sección cubre los requisitos de seguridad para las instalaciones o parte de ellas, que suministran servicios de diagnóstico y tratamiento a pacientes en otras áreas de atención a la salud que no sean hospitales, enfermerías o lugares de atención limitada.

(a) Distribución eléctrica esencial. La fuente alterna del sistema de distribución eléctrica esencial debe ser una batería o un sistema generador.

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(b) Equipo eléctrico para soporte de la vida. Donde se requiera equipo eléctrico para soporte de la vida, el sistema de distribución eléctrica esencial debe ser como se describe en las Secciones 517-30 al 517-35.

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(c) Areas de atención crítica. Donde existan áreas de atención crítica el sistema de distribución eléctrica esencial debe ser como se describe en las Secciones 517-30 al 517-35.

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(**d) Sistemas de energía**. Los sistemas de baterías deben instalarse de acuerdo con los requisitos del Artículo 700 y los sistemas de generación, deben ser como se describe en 517-30 al 517-35.

D. Locales de anestesia por inhalación

NOTA: Para información adicional respecto a protección para locales de anestesia, véase el Apéndice B2.

517-60. Clasificación de locales de anestesia

NOTA: Si cualquiera de los locales para anestesia definidos en 517-60 (a) y (b) es designado un local húmedo debe de cumplir con la sección 517-20.

(a) Areas peligrosas (clasificadas)

(1) Utilización de áreas. En un local donde se apliquen por inhalación gases anestésicos inflamables, el volumen hasta 1,52 m del nivel del piso debe considerarse como área peligrosa (clasificada) Clase 1 División 1. El volumen restante hasta la estructura del plafón se considera que está arriba de un área peligrosa (clasificada). Véase sección 500-7 (b) (3).

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(2) Locales para almacenamiento. Cualquier local en el cual se almacenen anestésicos inflamables o agentes desinfectantes volátiles inflamables se debe considerar área Clase 1 División 1 de piso a techo. Cualquier local en el cual se almacenen anestésicos inflamables o agentes desinfectantes volátiles inflamables se debe considerar área Clase 1 División 1 de piso a techo.

(b) Areas distintas a las (clasificadas) peligrosas. Cualquier local para aplicación de anestesia por inhalación, diseñado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables, no se debe considerar como área peligrosa (clasificada).

517-61 Alambrado y equipo

(a) Dentro de áreas peligrosas (clasificadas) en las que se aplican por inhalación gases anestésicos inflamables.

(1) Aislamiento. Excepto como se permite en 517-160, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área peligrosa (clasificada), como se define en la sección 517-60 (a), debe aislarse de cualquier sistema de distribución mediante el uso de un sistema eléctrico aislado.

NOTA: Para mayor información véase los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(2) Diseño e instalación. El equipo del sistema eléctrico de energía aislado debe estar aprobado para este propósito y el sistema debe estar diseñado e instalado para cumplir las condiciones de la Parte G.

(3) Equipo funcionando a más de 10 V. En las áreas peligrosas (clasificadas) referidas en 517-60 (a), todo el alambrado y equipo fijo y todo equipo portátil o móvil incluyendo luminarios y otros equipos que operen a más de 10 V entre conductores, debe cumplir con los requisitos indicados en 501-1 y 501-15 y en 501-16 (a) y (b) para áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 División 1. Todos los equipos deben estar aprobados específicamente para las atmósferas peligrosas involucradas.

NOTA: Para mayor información véase los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(4) Extensión de área. Si una caja, dispositivo, accesorio o envolvente, se encuentra parcial pero no totalmente dentro de un área peligrosa (clasificada), el área peligrosa incluirá a toda la caja, dispositivo, accesorio o envolvente involucrado.

5) Receptáculos y clavijas. Los receptáculos y clavijas dentro del área peligrosa (clasificada), deben estar aprobados para uso en áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 Grupo C y contemplar la conexión de un conductor para puesta a tierra.

6) Cordones flexibles. Los cordones flexibles utilizados en áreas peligrosas (clasificadas) para la conexión de equipo portátil o móvil, incluso luminarios que funcionen a más de 8 V entre conductores, deben ser aprobados para uso extra rudo de acuerdo con lo indicado en la Tabla 400-4, e incluir un conductor adicional para puesta a tierra de equipos.

7) Almacenamiento para el cordón flexible. Se debe incluir un dispositivo para guardar al cordón o el cable flexible, no se debe someterse al cordón o cable a dobleces de un radio menor que 80 mm.

b) Arriba de áreas peligrosas (clasificadas)

1) Métodos de alambrado. El alambrado por arriba de áreas peligrosas (clasificadas) descritas en 517-60 (c), debe instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, cable tipo MI o cable tipo MC con una cubierta continua y metálica sellada al paso de vapores y gases.

2) Envolventes de equipos. El equipo instalado que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como luminarios y portalámparas para alumbrado fijo, desconectadores, cortacircuito, generadores, motores u otros equipos con escobillas deslizantes, debe de ser del tipo totalmente cerrado o construido de forma que evite el escape de chispas o partículas de metal.

Excepción: Los receptáculos montados en los muros arriba de 1,66 m del área peligrosa (clasificada) en locales de anestésicos inflamables, no requieren estar totalmente resguardados o sus aberturas cubiertas o protegidas para prevenir la dispersión de partículas.

3) Luminarios. Los luminarios quirúrgicas y otros luminarios (Aparatos de alumbrado) deben cumplir con lo establecido en 501-9 (b).

Excepción 1: Las limitaciones de temperatura superficial expuestas en 501-9(b) (2) no se aplican.

Excepción 2: Los desconectadores integrados o colgantes localizados arriba del área peligrosa (clasificada), que no pueden ser introducidos al área peligrosa (clasificada), no requieren ser a prueba de explosión.

4) Sellos. Los sellos de canalizaciones y cables aprobados deben colocarse de acuerdo con lo indicado en 501-5 y 501-5 (a) (4), en los límites tanto horizontales como verticales del área peligrosa (clasificada).

5) Receptáculos y clavijas. Los receptáculos y clavijas localizados arriba del área peligrosa (clasificada), deben estar aprobados para su uso en hospitales y para las características de tensión eléctrica, frecuencia, capacidad, y número de conductores, con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los receptáculos y clavijas de dos polos, tres hilos del tipo para puesta a tierra, una fase, 120 V y 127 V nominales para corriente alterna.

6) Receptáculos y clavijas para 208 V o 220 V o 250 V, 50 A y 60 A. Las clavijas y receptáculos para 208 V o 220 V 250 V. nominales, para la conexión de equipo médico de 50 A y 60 A de corriente alterna instalados arriba de áreas peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que el receptáculo de 60 A reciba indistintamente clavijas de 50 A o 60 A. y los receptáculos de 50 A deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con una tercer terminal para la conexión del conductor aislado (verde o verde con franja amarilla) de puesta a tierra de equipo al sistema eléctrico alimentador.

c) Otras áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas).

1) Métodos de alambrado. El alambrado que sirve a otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), como se define en 517-60 (c), debe instalarse en canalización metálica o cable armado metálico. La canalización o cable armado metálico debe estar aprobado como un conductor eficiente de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-91(b). Los cables tipo MC y tipo MI deben tener una armadura o cubierta exterior metálica identificada como un conductor eficiente para puesta a tierra. Ver secciones 517-13 (a) y (b) y 517-160.

Excepción: Los receptáculos colgantes que empleen cordones flexibles tipo SJO o equivalente, suspendidos a no-menos de 1,80 m del piso, no requieren ser instalados en, canalización metálica o cable armado.

2) Receptáculos y clavijas. Los receptáculos y clavijas instalados en áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas), deben estar aprobados para uso en hospitales y para las características en cuanto a tensión, frecuencia, capacidad nominal y número de conductores con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los tipos de dos polos, tres hilos de puesta a tierra, una fase, 120 V, 127 V y hasta 250V nominales para corriente alterna.

3) Receptáculos y clavijas para 208 V o 220 V o 250 V, 50 A y 60 A. Las clavijas y receptáculos para 208 V o 220 V o 250 V nominales, para la conexión de equipo médico de 50 A y 60 A utilizado en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que el receptáculo de 60 A reciba indistintamente clavijas de 50 A o 60 A. y los receptáculos de 50 A deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con un conector para la conexión a un conductor aislado (verde o verde con una franja amarilla) para puesta a tierra del equipo al sistema eléctrico alimentador.

517-62. Puesta a tierra. En cualquier área de anestesia, todas las canalizaciones metálicas y cables con pantallas metálicas y todas las partes conductoras metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo, deben ser puestas a tierra. La puesta a tierra en locales Clase 1 División 1 debe cumplir con lo indicado en 501-16.

Excepción: El equipo que opere a no más de 10 V entre conductores no requiere ser puesto a tierra.

517-63. Sistemas de energía puestos a tierra en locales de anestesia

a) Unidades de alumbrado de emergencia alimentadas por baterías. Deben proporcionarse uno o más unidades de iluminación de emergencia alimentadas por baterías, de acuerdo con la Sección 700-12 (e).

b) Alambrado de circuitos derivados. Se permite que los circuitos derivados que alimenten sólo a equipo de diagnóstico y de terapia fijo y aprobado, permanentemente instalado arriba de áreas peligrosas (clasificadas) y en otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), se alimenten desde una acometida normal puesta a tierra, de una o de tres fases, siempre que:

1) El alambrado para circuitos aislados y puestos a tierra no ocupen la misma canalización o cable.

2) Todas las superficies conductoras del equipo estén puestas a tierra.

3) El equipo (excepto los tubos de rayos x confinados y las terminales de dichos tubos) se localice al menos a 2,5 m por arriba del piso o fuera del local de anestesia.

4) Los desconectadores para el circuito derivado puesto a tierra se localicen fuera del área peligrosa (clasificada).

Excepción: Las Secciones 517-63 (b) (3) y 517-63 (b) (4) no aplican a las áreas distintas a las peligrosas (clasificadas).

c) Circuitos derivados para luminarios fijos. Se permite que los circuitos derivados que alimenten solamente luminarios fijos, se alimenten por una acometida normal puesta a tierra, siempre que:

1) Los luminarios se ubiquen al menos a 2,5 m por encima del piso.

2) Todas las superficies conductoras de los luminarios estén puestas a tierra.

3) El alambrado de los circuitos que alimenten a los luminarios no ocupe la misma canalización o cable de los circuitos aislados de energía.

4) Los desconectadores sean del tipo montaje en pared y se ubiquen arriba de las áreas peligrosas (clasificadas).

Excepción: No aplica lo indicado en las Secciones 517-63 (c) (1) a 517-63 (c) (4) para las áreas distintas a las peligrosas (clasificadas).

d) Estaciones de control remoto. Las estaciones de control remoto montadas en pared para desconectadores de control remoto que operen a 24 V o menos, pueden instalarse en cualquier local de anestesia.

e) Ubicación de sistemas de energía aislados. Un equipo y aparato integrado con los componentes del sistema aislado, ver sección 517-160, todos fijos y protegidos dentro de una envolvente metálica, deben de estar aprobados para este propósito en conjunto. Está permitido que se instale, junto con su circuito alimentador y el conductor de puesta a tierra, dentro de un local de anestesia, siempre que se localice arriba del área peligrosa (clasificada) o dentro del área distinta al área peligrosa (clasificada).

f) Circuitos en locales de anestesia. Excepto como se permite en secciones anteriores, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área peligrosa (clasificada), como se define en 517-60 (a), debe aislarse de cualquier sistema eléctrico de distribución que alimente a otras áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas).

517-64. Equipo e instrumentos de baja tensión

a) Requisitos para equipo. El equipo de baja tensión que esté en contacto con el cuerpo de personas o tengan partes metálicas expuestas que puedan ser energizadas deben:

1) Operar a potenciales eléctricos de 10 V o menos, o

2) Estar aprobado como intrínsecamente seguro o como equipo con doble aislamiento, o

3) Ser resistente a la humedad.

b) Fuentes de energía. La energía para el equipo, aparato o dispositivo de baja tensión debe suministrarse desde:

1) Un transformador de aislamiento portátil individual para cada equipo (no se deben usar auto transformadores) conectado por medio de un cordón y clavija a un receptáculo de un circuito eléctrico aislado, o

2) Un transformador de aislamiento común de baja tensión, instalado en un área distinta al área peligrosa (clasificada), o

3) Baterías secas individuales para cada equipo, o

4) Baterías comunes, compuestas por celdas de almacenamiento, colocadas en un área distinta al área peligrosa (clasificada).

c) Circuitos aislados. Los transformadores de aislamiento individuales portátiles o comunes que suministren energía a circuitos de baja tensión deben tener:

1) Medios apropiados para aislar el circuito primario del secundario, y

2) El núcleo y la envolvente o cubierta metálica conectada a tierra.

d) Controles. Se permite el uso de dispositivos a base de resistencias o de impedancias para controlar equipo de baja tensión, pero éstos no deben ser utilizados para limitar la tensión eléctrica máxima disponible para el equipo.

e) Aparatos alimentados con baterías. Los aparatos energizados por baterías no deben ser recargados mientras estén en operación, a menos que su circuito de carga incorpore un transformador de aislamiento integrado al equipo.

f) Receptáculos o clavijas. Los receptáculos o clavijas que se usen en circuitos de baja tensión deben ser de un tipo que no permita una conexión intercambiable con circuitos de mayor tensión eléctrica.

NOTA 1: Para mayor información véase los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

NOTA 2: Cualquier interrupción del circuito, aun en circuitos de tensión eléctrica tan baja como 10 V provocada por algún desconectador o conexiones flojas o defectuosas en cualquier punto del circuito, puede producir una chispa suficiente para encender agentes anestésicos inflamables.

E. Instalaciones para rayos x

Nada de lo descrito en esta parte puede ser interpretado como una especificación de seguridad contra del rayo útil o radiación dispersa de los equipos generadores de rayos X.

NOTA: Para ser responsabilidad sanitaria y de salud, para información adicional sobre los requisitos de seguridad contra las radiaciones de varias clases de equipos de rayos X, para los requisitos técnicos, la seguridad radiológica, las prácticas y especificaciones técnicas. Ver apéndice B1.

517-71. Conexión al circuito alimentador

a) Equipo fijo y estacionario. El equipo de Rayos X fijo y estacionario debe ser conectado al circuito alimentador por medio de un método de alambrado que cumpla con los requisitos generales de esta norma.

Excepción: Equipo debidamente alimentado por un circuito derivado cuya capacidad especificada no exceda los 30 A, puede alimentarse a través de una clavija apropiada con cordón o cable para servicio rudo o pesado.

b) Equipo portátil, móvil y transportable. Para equipo portátil, móvil o transportable de rayos X, no se requiere circuito derivado individual cuando su capacidad no excede de 60 A.

c) Suministro con tensión eléctrica superior a 600 V. El equipo y circuitos que operan con tensiones eléctricas superiores a 600 V, deben cumplir con el Artículo 710.

517-72. Medios de desconexión

a) Capacidad. El circuito alimentador, para un equipo de rayos X, debe contar con un medio de desconexión con adecuada capacidad del 50% como mínimo del régimen momentáneo o de 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X, cualquiera que sea mayor.

b) Ubicación. El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde la consola de control del equipo de rayos X.

c) Equipo portátil y móvil. Para equipo conectado a circuitos derivados de 120 V o 127 V y 30 A o menos, se permite el uso de receptáculos y clavijas del tipo de puesta a tierra de capacidad apropiada como medio de desconexión.

517-73. Capacidad de conducción de corriente de los conductores y de las protecciones por sobrecorriente

a) Equipo de diagnóstico

1) Circuitos derivados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de un circuito derivado y de los dispositivos de protección por sobre corriente no debe ser inferior a 50% de la capacidad de corriente eléctrica de régimen momentáneo o de 100% del régimen prolongado, cualquiera que sea mayor.

2) Circuitos alimentadores. La capacidad de conducción de corriente de los conductores y de los dispositivos de protección por sobre corriente de los alimentadores para dos o más circuitos derivados que alimenten unidades de Rayos X no debe ser menor que 50% de la demanda máxima instantánea del equipo más grande de Rayos X, más 25% de la demanda máxima instantánea de la siguiente unidad de mayor capacidad, más 10% de la demanda momentánea de cada uno de los otros equipos de diagnóstico médico de Rayos X. Donde se hagan exámenes simultáneos biplanares con unidades de Rayos X, los conductores de alimentación y los dispositivos de protección por sobre corriente deben ser del 100% de la demanda máxima instantánea de corriente eléctrica de cada unidad de Rayos X.

NOTA: El conductor de menor tamaño nominal para circuitos derivados y alimentadores está también determinado por los requerimientos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante usualmente especifica tamaños mínimos de transformadores de distribución y conductores, capacidad de corriente eléctrica de los medios de desconexión y de la protección por sobre corriente.

b) Equipo terapéutico. La capacidad de conducción de corriente de los conductores y de los dispositivos de sobre corriente no debe ser menor que 100% de la capacidad de corriente eléctrica del equipo médico de rayos X para terapia.

NOTA: La capacidad de los conductores de circuito derivado, del medio de desconexión y de las protecciones por sobre corriente de los equipos médicos de rayos X, normalmente es establecida por el fabricante para la instalación específica.

517-74. Conductores del circuito de control

a) Número de conductores alojados en una canalización. El número de conductores de los circuitos para control, alojados en una canalización, debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-17.

b) Tamaño mínimo de los conductores. En los circuitos para controles y la operación de los equipos de rayos X, sus dispositivos y equipos auxiliares, se permite el uso de alambres y de cordones flexibles calibres 0,824 mm^2 (18 AWG) o de 1,31 mm^2 (16 AWG) como se especifica en 727-27, siempre y cuando su protección por sobrecorriente no sea mayor que 20 A.

517-75. Instalaciones de equipo. Todo equipo para nuevas instalaciones médicas de rayos X y todos los equipos de rayos X usados y reacondicionados o reconstruidos, para ser trasladados y reinstalados en otro local, deben ser del tipo aprobado y contar con la documentación aprobada por la autoridad que tenga jurisdicción.

517-76. Transformadores y capacitores. No se requiere que los transformadores y capacitores que formen parte de un equipo de rayos x, cumplan con lo establecido en los Artículos 450 y 460. Los capacitores deben montarse dentro de envolventes de material aislante o de metal puesto a tierra.

517-77. Instalación de cables de alta tensión para equipo de rayos X. Los cables con pantalla puesta a tierra para conexión de tubos de rayos X y para intensificadores de imagen, se permite que sean instalados en soportes para cables tipo charolas o en ductos suministrados por el fabricante, junto con los conductores de control, de alimentación y derivados, sin requerir de barreras que separen los conductores.

517-78. Protección contra daños y puesta a tierra.

a) Partes de alta tensión. Todas las partes de alta tensión eléctrica, incluyendo los tubos de rayos X, deben montarse en envolvente puestas a tierra. Se podrá usar aire, aceite, gas u otra sustancia aislante apropiada para aislar la alta tensión de la envolvente, chasis o cubierta metálica puesta a tierra. La conexión desde el transformador de alta tensión a los tubos de rayos X y otros componentes de alta tensión, deberá hacerse con cables para alta tensión con pantalla puesta a tierra.

b) Cables de baja tensión. Los aislamientos de los conductores y cables para baja tensión que conectan dispositivos, equipos y aparatos sumergidos en aceite y no completamente sellados, tales como: transformadores, condensadores, enfriadores de aceite y desconectadores de alta tensión, deben tener aislamiento de tipo resistente al aceite entre otras características.

c) Partes metálicas que no llevan corriente eléctrica. Las partes metálicas que no conducen corriente eléctrica del equipo de rayos X y del equipo asociado al mismo como consolas de controles, mesas, soportes de tubo de rayos X, tanque de transformadores, cables blindados, cabezales o envolventes para tubo de rayos X, etc., deben ser conectados a tierra como se especifica en el Artículo 250 modificado sólo como se menciona en 517-13 (a) y (b).

F. Sistemas de comunicaciones, de señalización, de información, de señalización de protección contra incendio y para tensiones eléctricas menores a 127 V

517-80. Areas para atención de pacientes. El mismo nivel de aislamiento de los conductores instalados en circuitos para sistemas de distribución eléctrica en áreas para atención de pacientes, se debe aplicar en los conductores de los sistemas de intercomunicación, señalización, datos o informática, alarmas contra incendio y sistemas menores de 127 V nominales.

NOTA: Un medio aceptable para proporcionar aislamiento del sistema de llamado paciente enfermera es mediante el uso de señales no eléctricas de comunicación inalámbrica, con dispositivos de control sostenidos por el paciente o que estén a su alcance.

517-81. Areas distintas a las de atención al paciente. En otras áreas distintas a las de atención al paciente, las instalaciones deben estar de acuerdo con las disposiciones apropiadas indicadas en los Artículos 640, 725, 760 y 800.

517-82. Transmisión de señales entre aparatos.

a) Generalidades. Para la instalación permanente del alambrado desde aparatos eléctricos en la vecindad del paciente a un aparato remoto, debe emplearse un sistema de transmisión de señales que prevenga la conexión peligrosa de puesta a tierra de los aparatos.

NOTA: Véase 517-13 (a) y (b), para puesta a tierra adicional requerida en área de atención y vecindad del paciente.

b) Puesta a tierra común para conductores de señales. Se permite usar un sistema común de puesta a tierra (por ejemplo, una carcasa o chasis para conectar una terminal del conductor de señales de transmisión), entre aparatos eléctricos localizados en la vecindad del paciente, siempre que los aparatos sean servidos y conectados al mismo punto de referencia a tierra.

G. Sistemas eléctricos aislados

517-160. Sistemas eléctricos aislados

a) Instalaciones

1) Circuitos eléctricos aislados. Cada circuito eléctrico aislado debe controlarse por un desconectador que tenga un polo para la desconexión en cada conductor de circuito aislado, para interrumpir simultáneamente toda la energía. El aislamiento puede lograrse por medio de uno o más transformadores que no tengan conexión eléctrica entre los devanados primario y secundario; por medio de conjuntos motor generador, o por medio de un sistema aislado de baterías.

2) Características del circuito. Los circuitos que alimenten los primarios de los transformadores de aislamiento deben operar a no más de 600 V entre conductores y deben tener una apropiada protección para sobrecorriente. La tensión eléctrica secundaria de tales transformadores no debe exceder de 600 V entre conductores de cada circuito. Todos los circuitos alimentados desde tales secundarios no deben ser puestos a tierra, y deben tener un dispositivo de protección por sobrecorriente aprobado de valor nominal adecuado para cada conductor. Los circuitos alimentados directamente desde las baterías o del conjunto motor generador no deben ser puestos a tierra, y deben protegerse por sobrecorriente de la misma manera que los circuitos secundarios alimentados del transformador. Sí existe una pantalla electrostática, debe conectarse al mismo punto de puesta a tierra de referencia.

3) Ubicación del equipo. Los transformadores de aislamiento, los conjuntos motor generador, las baterías y cargadores de baterías y los dispositivos por sobrecorriente asociados al primario o secundario, no deben instalarse en áreas peligrosas (clasificadas). El alambrado del circuito secundario aislado que se extiende a áreas peligrosas (clasificadas) de anestesia, debe instalarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 501-4.

4) Transformadores de aislamiento. Un transformador de aislamiento no debe alimentar más de una sala de operación, excepto lo especificado en (a) y (b) siguientes.

Para los propósitos de esta Sección, se considera que las salas de inducción de anestesia son parte de la sala de operación o salas alimentadas por las salas de inducción.

(a) Salas de inducción: Si una sala de inducción alimenta más de una sala de operación, se permite que los circuitos aislados de la sala de inducción se alimenten desde el transformador de aislamiento de cualquiera de las salas de operación alimentadas por esa sala de inducción.

(b) Alta tensión: Se permite que los transformadores de aislamiento alimenten receptáculos sencillos en varias áreas de pacientes cuando:

(1) Los receptáculos estén reservados para alimentar equipos que necesiten 150 V o más, por ejemplo unidades de rayos x portátiles, y

(2) Los receptáculos y clavijas no sean intercambiables con los receptáculos del sistema local eléctrico aislado.

5) Identificación de conductores. Los conductores de un circuito aislado físicamente deben identificarse como sigue:

Conductor aislado físicamente 1 - naranja.

Conductor aislado físicamente 2 - café.

Para sistemas eléctricos aislados trifásicos, el tercer conductor debe identificarse con el color amarillo. Donde los conductores del circuito aislado físicamente alimenten receptáculos monofásicos de 127 V, 15 A y 20 A, el conductor o conductores naranja se deben conectar a la terminal o terminales en el receptáculo que están identificados de acuerdo con la Sección 200-10(b) para conexión al conductor del circuito puesto a tierra.

6) Compuestos para el alambrado de los circuitos. No deben usarse compuestos para el alambrado de los circuitos que incrementen la constante dieléctrica, en los conductores secundarios del suministro de los circuitos del sistema eléctrico aislado.

NOTA 1: Es recomendable limitar el tamaño del transformador de aislamiento a 10 kVA o menos y usar aislamiento de conductores con baja corriente de fuga que satisfagan los requisitos de impedancia.

NOTA 2: Si se reduce al mínimo la longitud de los conductores del circuito derivado y se utilizan aislamientos de conductores con una constante dieléctrica menor que 3,5 y una resistencia de aislamiento correspondiente a una constante mayor que 6 100 MΩ-m a 16 °C, se reduce la corriente de fuga de la línea a tierra, reduciéndose la corriente peligrosa.

b) Monitor de aislamiento de línea

1) Características. Además de los dispositivos de control y de protección por sobrecorriente usuales, cada sistema eléctrico aislado debe estar provisto con un monitor de aislamiento de línea que opere continuamente para indicar la corriente peligrosa total. El monitor debe estar diseñado de tal manera que, mientras el sistema esté aislado de tierra en forma adecuada, permanezca encendida una lámpara señalizadora de color verde, que pueda verse fácilmente por las personas en cada área alimentada por el sistema eléctrico aislado. Cuando la corriente peligrosa total (que consiste en posibles corrientes de fuga resistivas y capacitivas) entre cualquier conductor aislado físicamente y tierra alcance un valor cercano a 5 mA, bajo condiciones de tensión eléctrica nominal, debe encenderse una lámpara señalizadora de color rojo y una alarma audible (remota si se desea). El monitor de línea no debe activarse la alarma para valores menores a 3,7 mA o para una corriente peligrosa total de menos de 5 mA.

Excepción: Se permite el diseño de un sistema que opere a un valor menor que el límite de la corriente peligrosa total. En un monitor de aislamiento de línea para tal sistema se permite reducir el valor, pero no debe ser menor que 35% del correspondiente límite de la corriente peligrosa total, y la corriente peligrosa total del monitor consecuentemente debe reducirse a no más de 50% del valor de alarma de la corriente peligrosa total.

2) Impedancia. El monitor de aislamiento de línea debe ser diseñado de modo que tenga impedancia interna suficiente para que, cuando se conecte apropiadamente al sistema aislado, la corriente máxima interna que pueda circular a través del monitor de aislamiento de línea, debe ser de 1 mA, cuando haya algún punto del sistema aislado puesto a tierra.

Excepción: Se permite que el monitor de aislamiento de línea sea del tipo de baja impedancia, de tal manera que la corriente eléctrica a través de él, cuando cualquier punto del sistema aislado sea puesto a tierra, no exceda el doble del valor de alarma para un periodo no mayor que 5 ms.

NOTA: La reducción de corriente peligrosa del monitor, siempre y cuando esta reducción resulte en un incremento de valores de “no alarma” para la corriente peligrosa de falla, aumenta la capacidad del circuito.

3) Ampérmetro. En un lugar plenamente visible del monitor de aislamiento de línea, se debe conectar un ampérmetro calibrado a la corriente peligrosa total del sistema (Corriente peligrosa de falla más la corriente peligrosa del monitor), con la zona de “alarma situada” aproximadamente al centro de la escala.

Excepción: Se permite que el monitor de aislamiento físico de línea opere como una unidad compuesta, con una sección sensora cableada a un panel con pantalla separada, en la que estén ubicadas las funciones de alarma o prueba

NOTA: Se recomienda instalar el ampérmetro de modo que sea plenamente visible para todas las personas que haya en el lugar de aplicación de anestesia.

ARTICULO 518-LUGARES DE REUNION

518-1. Alcance. Este Artículo cubre requisitos para todos los inmuebles o parte de ellos o estructuras diseñadas o previstas para reuniones de 100 o más personas.

518-2. Clasificación general.

a) Ejemplos. Los lugares de reunión incluyen, pero no están limitados a:

- Auditorios
- Auditorios en:
  - Establecimientos de negocios
  - Establecimientos comerciales
  - Instituciones educativas
  - Otras instalaciones
- Bares, cantinas y discotecas
- Boliches y billares
- Capillas funerarias
- Comedores
- Cuarteles
- Gimnasios
- Iglesias y templos
- Mercados
- Museos
- Pistas de patinaje
- Restaurantes
- Salas de conferencias
- Salas de espera de pasajeros
- Salas de exhibición
- Salas de juzgados
- Salones de baile
- Salones de clubes
- Salones de reunión
- Salones de usos múltiples
- Salas de albercas
- Teatros y cines

b) Inmuebles múltiples. La ocupación de cualquier salón o espacio para propósitos de reunión de menos de 100 personas en un edificio o en otro local que está destinado para otro uso, debe clasificarse como parte del otro local, es decir, para los fines a que está destinado y estará sujeto a las disposiciones que le sean aplicables.

c) Areas de teatro. Cuando una plataforma o saliente de una estructura de un edifico o parte del mismo se destina para escenario, o para representaciones teatrales o musicales, ya sea fija o portátil, el alambrado de esta área y todo el equipo utilizado en ésta, así como el equipo portátil y la instalación para uso en producciones musicales que no esté conectado en forma permanente, debe cumplir con lo establecido en el Artículo 520.

518-3 Otros Artículos

a) Areas peligrosas (clasificadas). El alambrado y el equipo eléctrico en las áreas peligrosas (clasificadas) localizadas en lugares de reunión, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 500.

b) Alambrado provisional. En salas de exhibición, de conferencias y de exposiciones, el alambrado temporal se debe instalar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 305. Se permite tender sobre el suelo los cables y cordones flexibles aprobados para uso rudo y extra rudo, si están protegidos del contacto con el público en general. No deben aplicarse los requisitos de la Sección 305-6 sobre interruptores de circuito por falla a tierra.

Excepción: Cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que solamente personas calificadas prestan servicio técnico a la instalación, se permite utilizar cordones o cables flexibles identificados en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra rudo, en soportes tipo charola, solamente para alambrado provisional. Todos los cordones o cables deben instalarse en una sola capa. A cada soporte tipo charola se le debe colocar un letrero permanente a intervalos no superiores a 6 m, el letrero debe llevar lo siguiente:

SOPORTE TIPO CHAROLA PARA CABLES PARA ALAMBRADO PROVISIONAL UNICAMENTE

c) Sistema de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo establecido en el Artículo 700.

518-4. Métodos de alambrado.

(a) Generalidades. Los métodos fijos de alambrado deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 5 cm, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios, de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humos, o con cables tipos MC o MI que contengan un conductor aislado de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-95.

Excepción: Los métodos de alambrado fijo deben ser como se dispone en:

a. Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio, Artículo 640.

b. Circuitos de comunicaciones, Artículo 800.

c. Circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.

d. Circuitos de alarma contra incendio, Artículo 760.

(b) Construcción no diseñada a prueba de fuego. Se permite instalar cables con pantalla no metálica, tubería no metálica y tubo (conduit) rígido no metálico en los edificios o parte de ellos que, de acuerdo con la norma de construcción aplicable, no requieren ser a prueba de propagación de incendio.

NOTA: La construcción a prueba de propagación de incendio es la clasificación de resistencia al fuego que se utiliza en las normas de construcción.

(c) Espacios con acabados clasificados. Se permite instalar tubería no metálica y tubo (conduit) rígido no metálico en restaurantes, salas de conferencia y reuniones de hoteles o moteles, comedores colectivos y lugares de culto religioso, en donde:

(1) La tubería no metálica o el tubo (conduit) rígido no metálico se instalen ocultos dentro de las paredes, pisos y techos, siempre y cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de un material con clasificación de resistencia al fuego del acabado de 15 min como mínimo, según se establece en las listas de ensambles clasificados como resistentes al fuego.

(2) La tubería eléctrica no metálica o tubo (conduit) rígido no metálico se instalen sobre plafones suspendidos, cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de material con una clasificación de resistencia al fuego del acabado mínima de 15 min, según se establece en las listas de ensambles clasificados como resistentes al fuego.

La tubería eléctrica no metálica y el tubo (conduit) rígido no metálico no se reconocen para su utilización en otros espacios utilizados para el manejo de aire ambiental, de acuerdo con la Sección 300-22(c).

NOTA: Se establece una clasificación del acabado para ensambles que tengan soportes combustibles (madera). La clasificación del acabado se define como el tiempo en el cual la viga o caballete de madera alcanza una elevación de temperatura promedio de 121ºC o una elevación de temperatura individual de 163ºC, medida sobre el plano de la madera más cercano del fuego. No se pretende que una clasificación del acabado represente una clasificación para un plafón de membrana.

518-5. Salidas de alimentación. Los tableros de distribución portátiles y el equipo portátil de distribución deben alimentarse solamente desde una salida de alimentación de potencia con suficiente valor nominal de corriente y tensión eléctricas. Dicha salida de alimentación debe protegerse con dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecorriente y las salidas de potencia no deben estar accesibles al público en general. Se deben tener medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. El neutro de los alimentadores para un suministro con atenuadores de luz de estado sólido de tres fases cuatro hilos, debe considerarse como un conductor portador de corriente eléctrica.

ARTICULO 520-TEATROS, AREAS DE AUDIENCIA EN CINES Y ESTUDIOS DE TELEVISION Y LUGARES SIMILARES

A. Disposiciones generales

520-1. Alcance. Este Artículo aplica a todos los edificios o parte de ellos, diseñados o utilizados para representaciones teatrales, musicales, proyecciones cinematográficas, o usos similares y áreas específicas para audiencias dentro de estudios de cine y televisión.

520-2 Definiciones

Agrupados. Cables o conductores ubicados uno al lado de otro, pero no en contacto continuo entre ellos.

Atado. Cables o conductores que están físicamente enlazados, enrollados, encintados o de otra manera atados juntos periódicamente.

Batería de lámparas. Un conjunto de lámparas con arreglo en línea.

Batería de lámparas suspendida. Es una batería de lámparas instalada permanentemente arriba del escenario.

Batería de receptáculos. Un ducto metálico que contiene receptáculos empotrados o colgantes.

Caja colgante de receptáculos. Una caja que contiene receptáculos colgantes o empotrados sujetos a un cable multiconductor o a un conector múltiple.

Candileja. Es una batería de lámparas montadas al nivel de piso a lo largo del frente del escenario.

Derivador doble. Un cable adaptador que contiene una clavija y dos receptáculos usado para conectar dos cargas a un circuito derivado.

Equipo portátil. Equipo alimentado con cordones o cables portátiles destinado a ser movido de un lugar a otro.

Lámpara de pedestal (luz de trabajo). Un pedestal portátil que contiene un luminario de propósito general o una lámpara de mano con guarda con el propósito de proveer iluminación general en el escenario o en el auditorio.

Proscenio. La pared y el arco que separan el escenario del auditorio.

Unidad de distribución de potencia portátil. Una caja de distribución de potencia que contiene receptáculos y dispositivos de protección contra sobrecorriente.

520-3. Proyectores de cine. El equipo proyector de cine, su instalación y uso deben cumplir con lo establecido en el Artículo 540.

520-4. Equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. Los equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio y su instalación deben cumplir con lo establecido en el Artículo 640.

520-5. Métodos de alambrado.

(a) Generalidades. Los métodos fijos de alambrado deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 50 mm, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios, de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humos, o con cables tipos MC o MI.

NOTA: Los conductores clasificados como LS cumplen con las características de resistencia a la propagación de incendio; de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humos.

Excepción: Los métodos fijos de alambrado deben ser como se dispone en el Artículo 640 para equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; en el Artículo 800 para circuitos de comunicaciones; en el Artículo 725 para circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3 y en el Artículo 760 para circuitos de alarma contra incendios.

b) Equipos portátiles. Se permite que el alambrado para tableros de control y distribución, conjuntos de luces del escenario, efectos escénicos, portátiles y otros alambrados que no estén fijos a la locación, se conecten mediante cables y cordones flexibles según se establece en diferentes partes del Artículo 520. No se permite sujetar esos cables o cordones mediante grapas o clavos sin aislamiento.

c) Construcciones no clasificadas como resistentes al fuego. Se permite instalar cables sin pantalla metálica, cables tipo AC, tubo (conduit) no metálico y tubo (conduit) rígido no metálico en los inmuebles o parte de ellos que, según la norma de construcción aplicable, no requieren ser de construcción resistente al fuego.

520-6. Número de conductores en canalizaciones. El número de conductores permitidos en cualquier tubo (conduit) metálico o no metálico como se permite en este Artículo para circuitos en los bordes o cavidades del escenario, o para conductores de control remoto, no deben exceder el número de conductores de la Tabla 1 del Capítulo 10. Cuando los conductores se encuentren en ductos con tapa, o en canal auxiliar, la suma de las áreas de las secciones transversales de ellos incluyendo su aislamiento no debe exceder del 20% del área de la sección transversal del ducto o del canal auxiliar. No es aplicable la limitación de treinta conductores indicada en 362-5 y 374-5.

520-7 Encierro y protección de partes vivas. Las partes vivas deben encerrarse o protegerse para evitar el contacto accidental por personas u objetos. Todos los desconectadores deben ser del tipo externamente operable. Los atenuadores, incluyendo reóstatos, deben ser colocados en envolventes que encierren todas las partes vivas.

520-8. Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo indicado en el Artículo 700.

520-9. Circuitos derivados. Un circuito derivado de cualquier tamaño que alimente a uno o más receptáculos, puede alimentar al alumbrado del escenario. El valor nominal de tensión eléctrica de los receptáculos no debe ser menor que la tensión eléctrica del circuito. El valor nominal de corriente eléctrica de los receptáculos y la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado, no debe ser menor que el valor nominal de corriente eléctrica de la protección contra sobrecorriente del circuito derivado. No aplica la Tabla 210-21(b) (2).

520-10. Equipo portátil. Se permite el uso de equipo portátil para escenarios y para alumbrado de estudios y equipo de distribución de energía para uso temporal en exteriores si el equipo es supervisado por personal calificado mientras esté energizado y esté protegido con barreras para el público en general.

B. Tableros de control y distribución fijos en escenarios

520-21. Frente muerto. Los tableros de distribución para escenarios deben ser del tipo de frente muerto y deben cumplir con la Parte D del Artículo 384, a menos que estén aprobados como tableros de control y distribución para escenarios.

520-22. Protección de la parte posterior de los tableros de control y distribución. Los tableros de control y distribución para escenarios que tengan partes vivas expuestas en la parte posterior, deben encerrarse por las paredes del edificio, mallas de alambre, o por cualquier otro dispositivo aprobado. El acceso a este recinto debe ser por medio de una puerta de cierre automático.

520-23. Control y protección contra sobrecorriente de circuitos de receptáculos. Se deben proveer los medios de protección contra sobrecorriente en el tablero de control y distribución de iluminación del escenario, al cual se conectan los circuitos de carga de los circuitos derivados de alumbrado del escenario, incluyendo los circuitos derivados que alimenten a los receptáculos del escenario y del auditorio, utilizado para el equipo del escenario con cordón y clavija. Se permite que cuando el tablero de control y distribución contenga atenuadores para el control de la iluminación que no sea parte del escenario, los dispositivos de protección contra sobrecorriente se ubiquen en el tablero de distribución del escenario.

520-24. Cubierta metálica. Un tablero de control y distribución de escenario que no esté completamente encerrado, de frente o fondo muerto o que no esté empotrado en una pared, debe estar provisto con una cubierta metálica que cubra toda su longitud para proteger a todo el equipo instalado de objetos que puedan caer.

520-25. Atenuadores. Los atenuadores deben cumplir lo indicado en (a) hasta (d) siguientes:

a) Desconexión y protección contra sobrecorriente. Cuando los atenuadores se instalen en conductores de fase, cada atenuador debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor que 125% del valor nominal del atenuador, y deben desconectarse todos los conductores de fase cuando el desconectador principal o individual o interruptor automático que lo alimenta, se encuentre en posición de abierto.

b) Atenuadores de resistencia o reactivo. Los atenuadores tipo de resistencia o reactivo en serie pueden instalarse en un conductor del circuito puesto o no a tierra. Cuando se diseñen para abrir cualquier circuito alimentador del atenuador o del circuito controlado por ellos, el atenuador debe entonces cumplir con lo indicado en 380-1. Los atenuadores tipo de resistencia o reactivo en serie instalados en el conductor neutro puesto a tierra del circuito, no deben abrir el circuito.

c) Atenuadores tipo autotransformador. El circuito que alimente a un atenuador del tipo autotransformador no debe exceder de 150 V entre conductores. El conductor puesto a tierra debe ser común a los circuitos de entrada y salida.

NOTA: Véase la Sección 210-9 relacionada con los circuitos derivados de autotransformadores.

d) Atenuadores de estado sólido. El circuito que alimente a un atenuador de estado sólido no debe exceder de 150 V entre conductores, a menos que el atenuador esté específicamente aprobado para operar a una tensión eléctrica mayor. Cuando un conductor puesto a tierra alimente a un atenuador, éste debe ser común a los circuitos de entrada y salida. El chasis del atenuador debe estar conectado al conductor de puesta a tierra del equipo.

520-26. Tipo de tablero de control y distribución. Los tableros de control y distribución de escenario deben ser cualquiera o una combinación de los siguientes tipos:

a) Manual. Los atenuadores y des son operados mediante palancas acopladas a los dispositivos de control.

b) Control remoto. Los dispositivos se operan eléctricamente desde un tablero o consola de control del tipo piloto. Las consolas de control piloto deben ser parte del panel de control y distribución o estar ubicados en cualquier otro lugar.

c) Intermedio. Un tablero de control y distribución de escenario con circuitos interconectados, es un tablero de control y distribución secundario (tablero provisional) o un panel remoto al tablero de distribución primario de escenario. Este debe contener una protección contra sobrecorriente. Cuando la protección contra sobrecorriente del circuito derivado requerida, se provee en la consola de atenuadores, se permite omitir esta protección del tablero de distribución intermedio.

520-27. Alimentadores de tableros de distribución de escenarios

a) Tipo de alimentador. Los alimentadores de tableros de escenarios deben ser uno de los siguientes:

1) Alimentador individual. Un alimentador individual desconectado por un dispositivo de desconexión individual.

2) Alimentadores múltiples de tableros de control y distribución de escenario intermedios (tablero provisional). Se permiten alimentadores múltiples en cantidad ilimitada, siempre que todos ellos sean parte de un solo sistema. Cuando se combinen, los conductores neutros en una canalización dada deben tener la suficiente capacidad de conducción de corriente para llevar la máxima corriente eléctrica de desbalanceo de los conductores alimentadores múltiples en la misma canalización, pero no necesariamente mayor que la capacidad de conducción de corriente del neutro alimentador del tablero de control y distribución primario del escenario. Los conductores neutros en paralelo deben cumplir con lo indicado en 310-4.

3) Alimentadores separados para tableros de control y distribución de escenario primarios individuales (banco de atenuadores). Las instalaciones con alimentadores separados a tableros de control y distribución de escenario primarios individuales deben tener un medio de desconexión para cada alimentador. El tablero de control y distribución primario del escenario debe tener una marca o etiqueta permanente y visible estableciendo el número y localización de los medios de desconexión. Si los medios de desconexión están ubicados en más de un tablero de control y distribución, el tablero de control y distribución primario del escenario debe proveerse con barreras que correspondan a estas distintas ubicaciones.

b) Neutro. El neutro de los alimentadores de sistemas atenuadores de tres fases, cuatro hilos, de estado sólido, debe considerarse como un conductor portador de corriente eléctrica.

c) Capacidad de alimentación. Con el propósito de calcular la capacidad de alimentación a tableros de control y distribución, se permite considerar la carga máxima que controla el tablero de control y distribución en una instalación dada, siempre que:

1) Todos los alimentadores al tablero de control y distribución estén protegidos con un dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal no mayor que la capacidad de conducción de corriente del alimentador.

2) La apertura del dispositivo contra sobrecorriente no afecte la operación apropiada de las salidas o de los sistemas de iluminación de emergencia.

NOTA: Para calcular las cargas de los alimentadores para los tableros de control y distribución del escenario, véase 220-10.

C. Equipo fijo para escenarios, diferente de los tableros de control y distribución

520-41. Cargas de los circuitos.

a) Circuitos de capacidad de 20 A o menos. Los circuitos derivados que alimenten candilejas, batería de lámparas suspendida y luces laterales del proscenio, deben tener un arreglo tal que ningún circuito derivado que alimente tal equipo exceda a una carga de 20 A.

b) Circuitos de más de 20 A. Cuando se utilicen únicamente portalámparas de servicio pesado, se permite que dichos circuitos cumplan lo establecido en el Artículo 210 para los circuitos que alimentan portalámparas de servicio pesado.

520-42. Aislamiento de conductores. Las candilejas, batería de lámparas suspendidas, baterías de lámparas y baterías de receptáculos, deben alambrarse con conductores que tengan un aislamiento adecuado a la temperatura a la cual los conductores van a ser operados, pero no menor que 125°C. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de 125°C debe ser la correspondiente de los conductores de 60°C. Todas las bajadas de las baterías de receptáculos debe ser de conductor de 90°C dimensionado a la capacidad de conducción de corriente de cordones de 60°C y cables no mayores a 15 cm de la extensión del conductor dentro de la batería de receptáculos. No aplica la sección 310-15 (g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V.

NOTA: Véase Tabla 310-13 para tipos de conductores.

520-43. Candilejas

a) Construcción en canaletas metálicas. Cuando las candilejas se instalen en canaletas metálicas, éstas deben ser de lámina de espesor no menor que 0,81 mm, tratada para evitar la oxidación. Las terminales de las portalámparas deben estar a no menos de 13 mm de la canaleta. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

b) Otras construcciones diferentes a las canaletas metálicas. Cuando no se utilice canaleta metálica especificada en la Sección 520-43 (a), las candilejas deben consistir en salidas individuales, con portalámparas alambradas con tubo (conduit) metálico tipo pesado, o tipo ligero, o tubo (conduit) metálico flexible, o cable Tipo MC o MI. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

c) Candilejas que se ocultan. Las candilejas que se ocultan deben estar dispuestas de tal manera que el suministro de corriente eléctrica se desconecte automáticamente, cuando las luces se oculten en el nicho designado para tal efecto.

520-44. Batería de lámparas suspendidas y luces laterales del proscenio

a) Disposiciones generales. La batería de lámparas suspendidas y laterales del proscenio deben:

(1) Estar construidas como se especifica en la Sección 520-43.

(2) Estar soportadas y colocadas adecuadamente, y

(3) Estar diseñadas de manera que las pestañas de los reflectores y otras guardas adecuadas, protejan a las lámparas de daño mecánico y de contacto accidental con el escenario u otros materiales combustibles.

b) Cordones y Cables para batería de lámparas suspendidas.

1) Los cordones y cables para alimentar la batería de lámparas suspendidas deben ser aprobados para uso extra rudo. Los cordones y cables deben soportarse adecuadamente. Tales cables deben emplearse únicamente cuando sean necesarios conductores flexibles. La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe ser la que se indica en 400-5.

2) Cordones y cables que no están en contacto con equipo productor de calor. Los cordones y cables multiconductores para uso extra rudo aprobados, que no están en contacto directo con equipos que contienen elementos productores de calor, pueden tener la capacidad de conducción de corriente determinada por la Tabla 520-44. La máxima corriente eléctrica de carga en cualquier conductor no debe exceder los valores de la Tabla 520-44.

TABLA 520-44.- Capacidad de conducción de corriente permitida para cordones de uso extra rudo aprobados con una capacidad térmica de 75°C y 90°C

[Basado en una temperatura ambiente de 30ºC]

Tamaño o designación nominal de los cordones		Capacidad de conducción de corriente del cordón en función de su capacidad térmica*		Máxima capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente
mm^2	AWG	75°C A	90°C A	A
2,08	14	24	28	15
3,31	12	32	35	20
5,26	10	41	47	25
8,37	8	57	65	35
13,3	6	77	87	45
21,2	4	101	114	60
33,6	2	133	152	80

*La capacidad de conducción de corriente indicada es la capacidad permitida para cordones multiconductores donde únicamente tres conductores de cobre son portadores de corriente eléctrica. Si la cantidad de conductores portadores de corriente eléctrica en un cordón excede de tres, y el factor de diversidad de carga es de un mínimo de 50%, la capacidad de conducción de corriente de cada conductor debe reducirse como se muestra en la siguiente tabla:

Cantidad de conductores	Capacidad de conducción de corriente (%)
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
43 en adelante	50

Nota: Temperatura máxima del aislamiento. En ningún caso los conductores deben asociarse entre sí con respecto a la clase de circuito, al método de alambrado utilizado, o al número de conductores, de tal forma que el límite de temperatura de los conductores sea excedido.

Un conductor de neutro que porta solamente la corriente de desbalanceo de otros conductores del mismo circuito, no necesita considerarse como un conductor portador de corriente.

En un circuito de tres fases que conste de dos conductores de fase y el neutro de un sistema trifásico de cuatro hilos conectado en estrella, un conductor común porta aproximadamente la misma corriente que otros conductores con corrientes de línea a neutro, y debe considerarse como un conductor portador de corriente.

En un circuito trifásico de cuatro hilos conectado en estrella, en donde la mayor parte de la carga son cargas no lineales, tales como alumbrado por descarga eléctrica, equipo de cómputo, o equipo similar, hay corrientes armónicas presentes en el conductor neutro, y el neutro debe considerarse como un conductor portador de corriente.

520-45. Receptáculos. Los receptáculos para equipo eléctrico o para luminarios en el escenario deben llevar marcado su valor en Amperes. Los conductores que alimentan estos receptáculos deben cumplir con los Artículos 310 y 400.

520-46. Batería de conectores, cajas colgantes, receptáculos empotrados en el suelo y otros receptáculos. Los receptáculos para la conexión de equipo portátil de alumbrado de escenario deben ser colgantes o montados bajo un rebaje de protección adecuada o envolventes y cumplir con lo indicado en 520-45. Los cables de alimentación para receptáculos y las cajas colgantes de receptáculos deben ser como se especifica en 520-44 (b).

520-47. Lámparas entre bastidores (bulbos desnudos). Las lámparas (bulbos desnudos) instaladas entre bastidores y áreas auxiliares de los escenarios cuando pueden estar en contacto con la escenografía, deben ubicarse y protegerse de daño físico y proveerse con un espacio de aire no menor que 50 mm entre las lámparas y cualquier material combustible.

Excepción: Lámparas decorativas instaladas en la escenografía no deben considerarse como lámparas entre bastidores.

520-48. Maquinaria del telón. La maquinaria del telón debe estar aprobada.

520-49. Control de ventiladores de humo. Cuando los ventiladores de humo del escenario estén abiertos o liberados mediante un dispositivo eléctrico, el circuito que opera dicho dispositivo debe ser tipo normalmente cerrado y controlarse por lo menos por dos des accionados externamente; uno colocado en un lugar accesible fácilmente en el escenario y el otro ubicado donde lo designe la persona calificada. El dispositivo debe diseñarse a plena tensión eléctrica del circuito al cual se conecta, sin insertar ninguna resistencia. El dispositivo debe ubicarse en la galería arriba del escenario y encerrarse en una caja metálica adecuada que sea hermética y con puerta de cierre automático.

D. Tableros de control y distribución portátiles en el escenario

520-50. Tablero de conexión para espectáculo ambulante (un tipo de tablero provisional). Un tablero diseñado para el espectáculo ambulante que permita la conexión de tableros portátiles del escenario a salidas de iluminación fijas mediante circuitos suplementarios permanentemente instalados. El tablero, los circuitos suplementarios y las salidas deben cumplir con los incisos (a) hasta (d), siguientes:

a) Circuitos de carga. Los circuitos deben terminar en entradas con polaridad de tipo puesto a tierra, de valor nominal de corriente y tensión eléctricas que sean igual que las del receptáculo de carga fija.

b) Transferencia de circuitos. En los circuitos que se transfiere entre tableros fijos y portátiles, deben ser transferidos todos los conductores del circuito simultáneamente.

c) Protección contra sobrecorriente. Los dispositivos que alimenten a estos circuitos suplementarios deben protegerse con dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuito derivado. El circuito suplementario individual dentro del teatro y del tablero de conexión de un espectáculo ambulante, debe protegerse con dispositivos contra sobrecorriente de circuito derivado de capacidad de conducción de corriente adecuada.

d) Envolvente. La construcción del tablero debe ajustarse a lo establecido en el Artículo 384.

520-51. Salidas de alimentación. Los tableros de control y distribución portátiles deben alimentarse únicamente de salidas de alimentación de potencia con suficiente valor nominal de tensión y de corriente eléctricas. Tales salidas de alimentación deben incluir desconectadores de fusibles o interruptores automáticos en envolventes de accionamiento externo montados en el escenario, o en el tablero de control y distribución permanente en lugares de fácil acceso desde el piso del escenario. Deben proveerse medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra del equipo. El neutro de alimentadores del sistema de atenuación de estado sólido de tres fases cuatro hilos, debe considerarse un conductor portador de corriente eléctrica.

520-52. Protección contra sobrecorriente. Los circuitos de los tableros de control y distribución portátiles que alimenten directamente equipo que contenga lámparas incandescentes no mayores a 300 W, deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente de una capacidad nominal o ajuste no mayor que 20 A. Se permiten circuitos para portalámparas de más de 300 W, cuando la protección contra sobrecorriente cumpla con lo establecido en el Artículo 210.

520-53. Construcción y alimentadores. Los tableros de control y distribución portátiles y alimentadores para uso en escenarios deben cumplir con lo establecido en (a) hasta (p) siguientes:

a) Envolvente. Los tableros de control y distribución portátiles deben colocarse dentro de una envolvente de construcción adecuada, el cual debe tener un arreglo tal que la envolvente esté abierta durante la operación. Las envolventes de madera deben estar completamente forradas con una lámina metálica de espesor no menor que 0,51 mm, tropicalizada, galvanizada, esmaltada o adecuadamente recubierta para evitar la corrosión, o ser de un material resistente a la corrosión.

b) Partes energizadas. No debe haber partes energizadas expuestas dentro de la envolvente.

c) Desconectadores e interruptores automáticos. Todos los desconectadores e interruptores automáticos, deben ser del tipo con envolvente y de operación externa.

d) Protección de circuitos. Se deben proveer dispositivos contra sobrecorriente en cada conductor de fase de cada circuito alimentado a través del tablero de control y distribución. Se deben proveer envolventes para todos los dispositivos contra sobrecorriente además de la envolvente del tablero de control y distribución.

e) Atenuadores de iluminación. Las terminales de los atenuadores deben tener envolventes, y las placas de los atenuadores deben estar dispuestas de tal manera que no se pueda fácilmente tener contacto accidental con los contactos de la placa.

f) Conductores interiores.

(1) Tipo. Todos los conductores que no sean barras colectoras, dentro de las envolventes del tablero de control y distribución deben ser cableados. Los conductores deben estar aprobados para una temperatura de operación al menos igual que la temperatura de operación de los dispositivos atenuadores utilizados en el tablero de control y distribución, y en ningún caso menor que los siguientes:

(a) atenuadores tipo de resistencia, 200°C, o

(b) atenuadores tipo reactivo, autotransformador y estado sólido, 125°C.

Todo el alambrado de control debe cumplir con lo establecido en el Artículo 725.

(2) Protección. Cada conductor debe tener una capacidad de conducción de corriente no inferior al valor nominal de la capacidad de conducción de corriente del desconectador, interruptor automático o fusible al que alimenta. La interrupción del circuito y la barra conductora deben cumplir con lo indicado en 110-9 y 110-10. La corriente de interrupción de cortocircuito se debe marcar sobre el tablero de distribución.

Los conductores deben ir en canalizaciones metálicas o estar asegurados firmemente en su posición y cuando pasen a través de paredes metálicas debe ser mediante boquillas (monitores).

g) Lámparas piloto. Se debe proveer una lámpara piloto dentro de la envolvente y debe conectarse al circuito que alimenta al tablero, de manera que la apertura del desconectador principal no corte el suministro a la lámpara. Esta lámpara debe estar en un circuito derivado individual con una protección contra sobrecorriente ajustada a no más de 15 A.

h) Conductores de alimentación.

(1) Generalidades. La alimentación a un tablero de control y distribución portátil debe ser mediante cordones o cables aprobados para uso extra rudo. Los cordones o cables de alimentación deben terminar dentro de la envolvente del tablero de control y distribución, en un desconectador principal con fusibles o en un interruptor automático operado externamente o en un ensamble de conectores identificados para ese propósito. Los cables o cordones de alimentación (y el ensamble de conectores) deben tener la suficiente capacidad de conducción de corriente para llevar la carga total conectada al tablero de control y distribución y deben protegerse mediante dispositivos contra sobrecorriente.

(2) Cables monoconductores. Los conjuntos de cables de alimentación monopolares portátiles deben ser de un tamaño nominal no menor que 33,6 mm^2 (2 AWG). El conductor de puesta a tierra del equipo debe ser de tamaño nominal no menor que 13,3 mm^2 (6 AWG). Los cables monoconductores puestos a tierra (neutro) para alimentación deben dimensionarse de acuerdo con la Sección 520-53 (o) (2). Cuando los cables monoconductores son paralelos para incrementar su capacidad de conducción de corriente, los conductores paralelos deben tener la misma longitud y tamaño. Los cables monoconductores de alimentación deben ser de la misma longitud, tipo, tamaño y agrupados entre sí, pero no atados. Se permite que el conductor de puesta a tierra del equipo sea de tipo diferente, siempre y cuando cumpla los otros requisitos de esta Sección, y se permite reducir su tamaño nominal conforme a lo indicado en 250-95. Los conductores puestos a tierra (neutros) y de puesta a tierra de equipo, deben identificarse de acuerdo con lo indicado en las Secciones 200-6, 250- 57 (b), y 310-12. Se permite que los conductores puestos a tierra se identifiquen al menos en los primeros 15 cm en ambos extremos de cada tramo con marcas de color blanco o gris claro. Se permite que los conductores de puesta a tierra del equipo se identifiquen al menos los primeros 15 cm en ambos extremos de cada tramo del conductor con marcas de color verde o verde con franjas amarillas. Cuando exista más de una tensión eléctrica nominal dentro del mismo predio, cada conductor de fase debe identificarse para cada sistema.

(3) Conductores de alimentación de longitud no mayor que 3 m. En los casos donde los conductores de alimentación no excedan de 3 m de longitud entre la alimentación y el tablero de control y distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite que el conductor de alimentación sea de tamaño menor si se cumplen todas las condiciones siguientes:

a) La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación, debe ser al menos la cuarta parte de la capacidad de conducción de corriente del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.

b) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación. Se permite que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente dispositivos adicionales contra sobrecorriente en su lado de carga.

c) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o plafones, o pasar a través de puertas y áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.

d) Los conductores de alimentación deben rematarse adecuadamente de manera aprobada.

e) Los conductores deben ser continuos sin empalmes o conectores.

f) Los conductores no deben atarse.

g) Los conductores deben soportarse sobre el piso de manera apropiada.

(4) Conductores de alimentación de longitud no mayor que 6 m. En los casos donde los conductores de alimentación no exceden 6 m de longitud entre la alimentación y el tablero de control y distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite que el conductor de alimentación sea de tamaño menor si se cumplen todas las condiciones siguientes:

a) La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación debe ser al menos la mitad de la capacidad de conducción de corriente del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.

b) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación. Se permite que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente a dispositivos contra sobrecorriente adicionales en su lado de carga.

c) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o plafones, ni deben pasar a través de puertas o áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.

d) Los conductores de alimentación deben rematarse adecuadamente de manera apropiada.

e) Los conductores de alimentación deben soportarse de manera apropiada al menos a 2 m sobre el piso, excepto en las terminales.

f) Los conductores de alimentación no deben atarse.

g) Los conductores de derivación deben ser tramos continuos.

(5) Conductores de alimentación con capacidad de conducción de corriente no reducida. Se permite que los conductores de alimentación de capacidad de conducción de corriente no reducida pasen a través de orificios en las paredes diseñados específicamente para ese propósito. Si la penetración se hace a través de una pared clasificada como resistente al fuego, debe ser de acuerdo con la Sección 300-21.

i) Arreglo de cables. Los cables deben protegerse por boquillas (monitores) cuando atraviesen envolventes y deben disponerse de modo que la tensión mecánica sobre el cable no se transmita a las conexiones. Cuando los conductores de energía pasen a través de paredes metálicas, deben aplicarse los requisitos establecidos en 300-20.

j) Número de interconexiones en la alimentación. Cuando se utilicen conectores en un conductor de alimentación, debe haber un máximo de tres interconexiones (juegos de pares de conectores acoplados) cuando la longitud total de la alimentación al tablero de control y distribución no exceda de 30 m. En los casos donde la longitud total desde la alimentación al tablero de distribución exceda de 30 m, se permite una interconexión adicional por cada 30 m adicionales del conductor de alimentación.

k) Conectores monopolares separables. Cuando se utilicen conectores monopolares de cable portátiles, éstos deben ser aprobados y del tipo con seguro. Las Secciones 400-10 y 410-56 no deben aplicarse a conectores monopolares separables aprobados y a conjuntos de cables de un monoconductor que utilizan conectores monopolares separables aprobados. Cuando los grupos en paralelo de conectores separables monopolares, portadores de corriente eléctrica, se suministre como dispositivos de entrada, deben rotularse en forma claramente visible de precaución indicando la presencia de conexiones paralelas internas. El uso de conectores monopolares separables debe cumplir al menos con una de las siguientes condiciones:

1) La conexión y desconexión de los conectores sólo debe ser posible cuando los conectores de alimentación estén bloqueados con la fuente de alimentación, de manera que no sea posible conectar o desconectar los conectores cuando la alimentación esté energizada.

2) Los conectores en línea deben estar aprobados y ser del tipo de bloqueo secuencial de manera que los conectores de carga deban conectarse en la siguiente secuencia:

a. Conexión del conductor de puesta a tierra del equipo.

b. Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.

c. Conexión del conductor de fase.

La desconexión debe ser en orden inverso

3) Debe proveerse una nota de precaución adyacente a los conectores de línea, indicando que la conexión de la clavija debe ser en el siguiente orden:

a. Conectores del conductor de puesta a tierra de equipo.

b. Conectores del conductor puesto a tierra, si existe.

c. Conectores del conductor de fase,

La desconexión debe ser en orden inverso

l) Protección de los conductores de alimentación y conectores. Todos los conductores y conectores de alimentación deben protegerse contra daño físico por un medio aprobado. Esta protección no necesariamente debe ser una canalización.

m) Entradas en cavidades de superficie. Las entradas en cavidades de superficie (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir energía deben tener marcada su capacidad nominal de conducción de corriente en amperes.

n) Terminales. Las terminales a las cuales los cables del escenario se conecten, deben estar ubicadas de forma tal que permitan un acceso conveniente a las terminales.

o) Neutro.

(1) Terminal del neutro. En equipo de tableros de control y distribución portátiles diseñado para utilizarse con tres fases cuatro hilos con alimentación con puesta a tierra, la terminal del neutro de alimentación, su barra colectora asociada, o alambrado equivalente, o ambas, deben tener capacidad de conducción de corriente por lo menos dos veces la capacidad de conducción de corriente de la mayor terminal de alimentación de fase.

Excepción. Cuando el equipo del tablero de control y distribución portátil esté específicamente construido e identificado para ser modificado internamente en campo, de manera aprobada, para pasar de una alimentación balanceada de tres fases cuatro hilos con puesta a tierra a una monofásica balanceada de tres hilos con puesta a tierra, la terminal del neutro de la alimentación y su barra colectora asociada, alambrado equivalente, o ambos, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la terminal más grande de fase de la alimentación monofásica.

(2) Neutro de alimentación. Los conductores de alimentación de energía para tableros de control y distribución portátiles deben dimensionarse considerando al neutro como un conductor portador de corriente eléctrica. Cuando se utilicen cables monoconductores alimentadores, no instalados en canalizaciones, en circuitos polifásicos, el conductor neutro puesto a tierra debe tener una capacidad de conducción de corriente de al menos a 130% de la de los conductores de fase del circuito que alimenten al tablero de control y distribución portátil.

p) Personal calificado. El tendido de conductores de alimentación portátiles, el armado y desarmado de los conectores de alimentación y otras conexiones de alimentación, y la energización y desenergización de los servicios de alimentación deben realizarse exclusivamente por personal calificado, y los tableros de control y distribución portátiles deben ser así marcados, indicando este requisito de manera permanente y clara.

Excepción: Se permite que la conexión de un tablero de control y distribución portátil a una salida para receptáculo instalada permanentemente, donde la salida del receptáculo de alimentación esté protegida para su capacidad de conducción de corriente por un dispositivo de protección contra sobrecorriente no mayor que 150 A, y donde la salida para receptáculo, conexión y tablero de control y distribución cumplan además con lo siguiente:

a) Empleen conectores multipolares aprobados y adecuados para el propósito de cada conexión de la alimentación.

b) Impidan el acceso del público en general a toda conexión de la alimentación.

c. Utilicen cables o cordones multiconductores de uso extra rudo aprobados, con una capacidad de conducción de corriente adecuada para el tipo de carga y no menor que la capacidad nominal de conducción de corriente eléctrica de los conectores.

E. Equipos portátiles del escenario diferente a los tableros de control y distribución

520-61. Lámparas de arco eléctrico. Las lámparas de arco eléctrico, incluyendo sus envolventes y balastros asociados, deben estar aprobados. Las extensiones de cordones, y los cables y cordones de interconexión deben ser del tipo de uso extra rudo y estar aprobados.

520-62. Unidades portátiles de distribución de potencia. Las unidades portátiles de distribución de potencia deben cumplir con lo siguiente:

a) Envolventes. La construcción debe ser de tal forma que no quede expuesta ninguna parte portadora de corriente eléctrica.

b) Receptáculos y protección contra sobrecorriente. Los receptáculos deben cumplir con lo indicado en 520-45 y tener en la caja una protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Los fusibles e interruptores automáticos deben protegerse contra daño físico. Los cables y cordones que alimenten receptáculos colgantes deben estar aprobados para uso extra rudo.

c) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deben tener una capacidad de conducción de corriente igual a la suma de las capacidades nominales de corriente eléctrica de todos los circuitos conectados a dichas barras colectoras. Se deben proveer zapatas para la conexión del cable principal.

d) Entradas en cavidades de superficie. Las entradas en cavidades de superficie (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir energía deben tener marcada su capacidad nominal de conducción de corriente en amperes.

e) Arreglo de cables. Los cables deben estar adecuadamente protegidos cuando pasen a través de envolventes y deben disponerse de manera que la tensión mecánica en el cable no se transmita a las terminales.

520-63. Alambrado de accesorios con soportes tipo brazo

a) Alambrado de soportes tipo brazo. Los soportes tipo brazo utilizados sobre el escenario deben alambrarse internamente, y el vástago del accesorio debe llevarse a la parte trasera del escenario donde se coloca una boquilla o monitor al final del vástago. Se permite el alambrado exterior de los soportes tipo brazo o de otros accesorios cuando estén alambrados con cordones diseñados para uso rudo que pasen a través del escenario y sin juntas ni empalmes en el dosel de la parte posterior del accesorio y terminen en un conector aprobado para su uso en un escenario, localizado, cuando sea posible, a una distancia no mayor que 45 cm del accesorio.

b) Montaje. Los accesorios deben asegurarse firmemente en su lugar.

520-64. Baterías de lámparas portátiles. Las baterías de lámparas portátiles deben construirse de acuerdo con los requisitos de las baterías de lámparas suspendidas y luces laterales del proscenio descritos en 520-44 (a). Cuando el cable de alimentación pase a través de paredes metálicas, debe protegerse con boquillas o monitores y debe disponerse de manera que la tensión mecánica en el cable no se transmita a las conexiones.

NOTA 1: Véase 520-42 para el alambrado de baterías de lámparas portátiles.

NOTA 2: Para los tipos de aislamiento requeridos para cables monoconductores, véase la Sección 520-68 (a) (3).

520-65. Guirnaldas (luces colgantes). Las uniones en el alambrado de guirnaldas deben ser escalonadas o alternadas. Las lámparas encerradas en linternas o dispositivos similares de material combustible, deben equiparse con guardas.

520-66. Efectos especiales. Los dispositivos eléctricos utilizados para simular relámpagos, caídas de agua, y efectos similares, deben construirse y ubicarse de manera que las flamas, chispas y partículas calientes no puedan entrar en contacto con material combustible.

520-67. Conectores de cable de circuito derivado multipolar. Los conectores de cable de circuito derivado multipolar, macho y hembra, para conductores flexibles deben construirse de manera que la tensión mecánica en el cordón no se transmita a las conexiones. El conector hembra debe colocarse del lado de carga del cable o del cordón de alimentación. El conector debe tener su valor marcado en ampere y diseñado de manera que otros dispositivos con un valor nominal diferente no puedan ser conectados. Los conectores multipolares de c.a. deben ser polarizados y cumplir con lo indicado en 410-56 (e) y 410-58.

NOTA: Véase 400-10 para tensión mecánica en terminales.

520-68. Conductores para equipo portátil

a) Tipo de conductores.

(1) Generalidades. Los conductores flexibles, incluyendo las extensiones, utilizados para alimentar equipo portátil del escenario deben ser cordones o cables aprobados para uso extra rudo.

(2) Lámparas de pedestal. Se permiten cordones reforzados para alimentar lámparas de pedestal cuando el cordón no esté sujeto a daño físico severo y esté protegido por un dispositivo contra sobrecorriente no mayor que 20 A.

(3) Aplicaciones a alta temperatura. Se permite utilizar un montaje especial de conductores en una manga no mayor que 1 m en lugar de un cordón flexible si los alambres individuales están cableados y tienen una clase térmica no menor que 125ºC y la manga exterior es de fibra de vidrio con un espesor de pared de cuando menos 0,65 mm. Se permite que el equipo portátil para escenario, que requiere conductores de alimentación flexibles con una mayor capacidad nominal de temperatura, en donde un extremo esté permanentemente conectado al equipo, se utilicen conductores adecuados alternos, que estén probados para ese propósito.

(4) Desconectador. Se permiten los cordones para uso rudo aprobados, en ensambles de desconectador, cuando se reúnan las condiciones siguientes:

(a) Los cordones se utilizan para hacer conexiones entre un solo conector multipolar que contiene dos o más circuitos derivados y conectores múltiples de dos polos tres hilos.

(b) La longitud del cordón en el ensamble de desconectador no excede de 6 m.

(c) El ensamble de desconectador está protegido contra daño físico al fijarlo en toda su longitud a una tubería, andamio, armadura, torre u otra estructura de soporte firme.

(d) Todos los circuitos derivados que alimentan al ensamble de desconectador están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente clasificados a no más de 20 A.

b) Capacidad de conducción de corriente de los conductores. La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe ser la que se especifica en 400-5, excepto para cordones portátiles multiconductores aprobados para uso extra rudo, que no estén en contacto directo con el equipo que contenga elementos productores de calor, cuya capacidad de conducción de corriente se permite determinarla de acuerdo con la Tabla 520-44. La corriente eléctrica de carga máxima en cualquier conductor, no debe exceder de los valores de la Tabla 520-44.

Excepción: Cuando se permite el uso de conductores alternos en la Sección 520-68 (a) (3), su capacidad de conducción de corriente debe ser la indicada en las tablas correspondientes de esta norma para los tipos de cables utilizados.

520-69. Adaptadores. Los adaptadores, derivadores dobles, y otros dispositivos de salida de circuitos simples o múltiples deben cumplir con las siguientes condiciones de (a), (b) y (c):

a) Sin reducción de valor nominal de corriente eléctrica. Cada receptáculo y su cable correspondiente deben tener los mismos valores nominales de tensión y de corriente eléctricas que su clavija de alimentación. No debe utilizarse en un circuito de escenario que tenga una capacidad mayor nominal de corriente.

b) Conectores. Todos los conectores deben alambrarse de acuerdo con lo indicado en 520-67.

(c) Tipo de conductor. Los conductores para adaptadores y derivadores dobles deben ser cordones aprobados para uso extrarrudo, o uso rudo. El cordón de uso rudo debe limitarse a una longitud total no mayor que 1 m.

F. Camerinos

520-71. Portalámparas colgantes. No deben instalarse portalámparas colgantes en los camerinos.

520-72. Guardas para lámparas. Toda lámpara incandescente expuesta en los camerinos a menos de 2,5 m del piso, debe equiparse con guardas abiertas remachadas a la cubierta de la caja de salida, o de otra manera sellada o asegurada en su lugar.

520-73. Desconectadores requeridos. Todas las lámparas y cualquier receptáculo adyacente a los espejos y sobre la mesa de los tocadores, instalados en los camerinos deben ser controlados por desconectadores de pared instalados en el camerino. Cada desconectador que controle receptáculos adyacentes al (los) espejo(s) y sobre la mesa del tocador, debe estar provisto con una lámpara piloto localizada afuera del camerino, adyacente a la puerta, que indique cuando el receptáculo esté energizado. No se exige que las otras salidas instaladas en el camerino estén controladas por un interruptor.

G. Puesta a tierra

520-81. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas y las cubiertas metálicas de cables deben estar puestas a tierra. Las estructuras y envolventes metálicas de todos los equipos, incluyendo las baterías de lámparas suspendidas y luminarios portátiles, deben estar puestas a tierra. La puesta a tierra debe hacerse conforme con lo indicado en el Artículo 250.

ARTICULO 525-ATRACCIONES MOVILES, CIRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES

A. Disposiciones generales

525-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de equipo y alambrado portátil para atracciones móviles, circos, exhibiciones, ferias y eventos similares, incluyendo el alambrado en o sobre todas las estructuras.

525-3. Otros Artículos

a) Estructuras permanentes. Los Artículos 518 y 520 deben aplicarse al alambrado de estructuras permanentes.

b) Alambrado portátil y equipo. Cuando los requisitos de otros Artículos de esta norma y el Artículo 525 difieran, los requisitos del Artículo 525 deben aplicarse al alambrado y al equipo portátil.

c) Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. El Artículo 640 debe aplicarse al alambrado e instalación de equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.

525-6. Protección del equipo eléctrico. El equipo eléctrico y los métodos de alambrado de juegos mecánicos en parques de diversiones, concesiones u otras unidades deben estar provistos con protección mecánica cuando tal equipo o métodos de alambrado estén sujetos a daño físico.

B. Instalación

525-10. Fuentes de alimentación

a) Sistemas derivados separadamente

(1) Generadores. Los generadores deben cumplir los requisitos del Artículo 445.

(2) Transformadores. Los transformadores deben cumplir los requisitos aplicables de las Secciones 240-3(a), (b), (c) y (d); Sección 250-26 y Artículo 450.

b) Acometida. La acometida debe instalarse de acuerdo con los requisitos aplicables del Artículo 230, y además deben cumplir con los requisitos siguientes:

1) Guardas. El equipo de acometida no debe instalarse en un lugar que sea accesible a personas no calificadas, a menos que el equipo esté encerrado bajo llave.

2) Montaje y ubicación. El equipo de acometida debe montarse sobre un soporte sólido e instalarse de tal manera que esté protegido de la intemperie, a menos que su construcción sea a prueba de intemperie.

525-12. Distancia al suelo de conductores aéreos

a) Distancias verticales. Los conductores deben tener una distancia vertical al suelo de acuerdo con 225-18. Estas distancias deben aplicarse solamente al alambrado instalado en el exterior de carpas y concesiones.

b) Distancias a juegos mecánicos y atracciones. Los juegos mecánicos y atracciones deben estar mantenidos a una distancia no menor que 4,5 m en cualquier dirección, de conductores aéreos que operen a 600 V o menos, a excepción de los conductores que los alimenten. Los juegos mecánicos o atracciones no

deben estar ubicados bajo los conductores aéreos o a menos de 4,5 m medidos horizontalmente, con respecto a los conductores que operen a más de 600 V.

525-13. Métodos de alambrado

a) Tipo. A menos que otra cosa se indique en este Artículo, los métodos de alambrado deben cumplir con los requisitos aplicables de los Capítulos 1 al 4 de esta norma. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles deben ser de tipo extra rudo. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles y no estén expuestos a daño físico, se permite que sean aprobados para uso rudo. Cuando se utilicen en exteriores, los cordones y cables flexibles también deben estar aprobados para lugares mojados y deben ser resistentes a la luz solar.

b) Monoconductores. Se permite el uso de cables monoconductores de tamaño nominal de 33,6 mm^2 (2 AWG) o mayor.

c) Conductores desnudos. Los conductores desnudos están prohibidos excepto que formen parte de un ensamble aprobado o guirnalda de iluminación instalada de acuerdo con el Artículo 225.

d) Empalmes. Los cordones o cables flexibles deben ser continuos sin empalmes o derivaciones entre las cajas o accesorios. No debe haber conectores de cables en el suelo, a menos que estén aprobados para lugares húmedos. Los conectores y conexiones de los cordones no deben colocarse en pasos de tráfico del público, o dentro de áreas accesibles al público, a menos que estén protegidos.

e) Soporte. El alambrado de un juego mecánico, atracción, carpa o estructura similar no debe estar soportado por otro juego o estructura, a menos que esté diseñado específicamente para ese propósito.

f) Protección. Los cordones o cables flexibles que se instalen sobre el piso, donde sean accesibles al público, deben estar cubiertos con rejillas no conductoras aprobadas. Las rejillas y los cables deben estar dispuestos de tal manera que no provoquen peligro al público al tropezar.

g) Interior de carpas y concesiones. El alambrado eléctrico para alumbrado provisional colocado dentro de carpas y concesiones, debe instalarse firmemente, y en donde esté expuesto a daño físico, debe contar con protección mecánica. Todas las lámparas provisionales para iluminación general deben estar protegidas de ruptura accidental, mediante un accesorio adecuado o un portalámparas con protector.

525-14. Cajas y accesorios. Debe instalarse una caja o accesorio en cada punto de conexión, salida, punto de interrupción o de unión.

525-15. Cajas portátiles de distribución o cajas terminales. Las cajas de distribución portátiles o cajas terminales deben cumplir con las siguientes condiciones (a) hasta (d):

a) Construcción. Las cajas deben estar diseñadas de modo que ninguna parte energizada quede expuesta a contacto accidental. Cuando se hagan las instalaciones en exteriores, las cajas deben ser a prueba de intemperie y estar montadas de forma que el fondo de la envolvente no se encuentre a menos de 15 cm del piso.

b) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador que a su vez alimente a la caja. Cuando los conductores terminen directamente en la barra colectora deben proveerse sus conectores.

c) Receptáculos y protección contra sobrecorriente. Los receptáculos deben tener una protección contra sobrecorriente instalada dentro de la caja. La protección contra sobrecorriente no debe exceder la capacidad de conducción de corriente del receptáculo, a excepción de lo permitido por el Artículo 430 para cargas de motores.

d) Conectores monopolares. Cuando se utilicen conectores monopolares, deben cumplir con lo indicado en 530-22.

525-16. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de equipo y conductores debe proveerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240.

525-17. Motores. Los motores y equipo asociado deben instalarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430.

525-18 Protección del personal mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

a) Receptáculos de 120 V o 127 V, 15 A y 20 A, para uso general. Todas las salidas de receptáculos monofásicos de 120 V o 127 V, a 15 A y 20 A, utilizadas por el personal, deben tener protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra, aprobados para protección de personal. Se permite que el interruptor de circuito contra falla a tierra sea una parte integral de la clavija o que esté localizada en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor que 30 cm de la clavija. Para los propósitos de esta Sección, se

permiten conjuntos de cordones aprobados que incorporen protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra. El alumbrado de salida no debe conectarse a las terminales del lado de carga de un receptáculo con interruptor de circuito contra falla a tierra.

b) Receptáculos para artefactos. No se requiere que los receptáculos que alimenten elementos tales como equipos de cocción y refrigeración, que son incompatibles con los dispositivos con interruptor de circuito contra falla a tierra, tengan protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra.

c) Otros receptáculos. Se permite que otras salidas de receptáculos no cubiertas en (a) o en (b), tengan protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra para el personal, o debe contarse con un procedimiento escrito cuyo cumplimiento se exija en el sitio por una o más personas designadas para ese fin, para garantizar la seguridad de los conductores de puesta a tierra de equipos de todos los conjuntos de cordones y receptáculos, como se describe en la Sección 305-6(b).

C. Puesta a tierra y uniones

525-20. Generalidades. La puesta a tierra de todos los sistemas y equipos debe cumplir con lo indicado en el Artículo 250.

525-21. Equipo. Se deben unir todos los siguientes equipos que estén conectados a la misma fuente de alimentación:

1) Canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica.

2) Envolventes metálicas de equipo eléctrico.

3) Estructuras metálicas y partes metálicas de juegos mecánicos, concesiones, puestos de diversión, camiones y tractocamiones, u otro equipo que contenga o sirva de apoyo a equipo eléctrico.

525-22. Conductor de puesta a tierra de equipo. Todo equipo que requiera estar puesto a tierra, debe estarlo por medio de un conductor de puesta a tierra, de tipo y tamaño reconocido en 250-91(b) e instalado de acuerdo con el Artículo 250. El conductor de puesta a tierra de equipo debe estar unido al conductor puesto a tierra del sistema, en los medios de desconexión de la acometida, o en el caso de un sistema derivado separadamente tal como un generador, en el mismo generador o en el primer medio de desconexión principal suministrado para el generador. El conductor del circuito puesto a tierra no debe estar conectado al conductor de puesta a tierra de equipo en el lado de la carga de los medios de desconexión de la acometida o en el lado de la carga de los medios de desconexión del sistema derivado separadamente.

D. Medios de desconexión

525-30. Tipos y ubicación. Cada juego mecánico o de diversiones y concesiones, deben estar provistos con un desconectador de fusibles o un interruptor automático localizado de manera visible y a no más de 1,8 m de la estación del operador. Los medios de desconexión deben ser de fácil acceso al operador, incluso cuando el juego o diversión se encuentre en operación. Cuando estén accesibles a personas no calificadas, la envolvente del desconectador de fusibles o el interruptor automático deben ser del tipo con cerradura o con candado. Un método permisible para abrir el circuito es un dispositivo de disparo de derivación que abra al fusible de desconexión o al interruptor automático cuando se cierre un desconectador localizado en la consola del operador del juego mecánico.

E. Atracciones que utilizan piscinas, fuentes e instalaciones similares que contienen agua

525-40. Alambrado y equipo. Este equipo se debe instalar cumpliendo con los requisitos aplicables del Artículo 680.

ARTICULO 530-ESTUDIOS DE CINE, TELEVISION Y LUGARES SIMILARES

A. Disposiciones generales

530-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a estudios de cine y televisión que utilicen ya sea cámaras de película o electrónicas, a excepción de las indicadas en 520-1, y estaciones de cambio, fábricas, laboratorios, escenarios o partes de un edificio donde se expongan, impriman, corten, editen, reparen o almacenen películas o cintas de más de 22 mm de ancho.

NOTA.- Para información adicional sobre los métodos de protección contra los riesgos que suponen las películas de nitrato de celulosa, véase el apéndice B2.

530-2. Definiciones

Araña (bloque de empalme de cables). Dispositivo que contiene barras colectoras que están aisladas una de otra, con el propósito de empalmar o distribuir energía a cables portátiles y cordones que tienen terminales con conectores monopolares para barras colectoras.

Caja de receptáculos. Un dispositivo de c.c. que consiste en uno o más receptáculos de dos polos, dos hilos, no polarizados ni con dispositivo de puesta a tierra, diseñados para usarse en circuitos de c.c. exclusivamente.

Conector separable monopolar. Un dispositivo que es instalado al final de cables portátiles, flexibles y monoconductores que es utilizado para establecer la conexión o desconexión entre dos cables o un cable y un conector separable, monopolar y montado en tablero.

Efectos de escenario (efectos especiales). Una pieza eléctrica o electromecánica de equipo utilizada para simular un efecto visual o auditivo, tales como máquinas de viento, simuladores de rayos o destellos, proyectores de sol y similares.

Equipo portátil. Equipo diseñado para poder moverse de un lugar a otro.

Escenario (set). Un área específica constituida de escenografía temporal y utilería, diseñada y arreglada para una escena particular en una producción cinematográfica o de televisión.

Estudio de televisión o escenario cinematográfico (Estudio de sonido). Edificio o parte de un edificio usualmente aislado de ruidos externos y de la luz natural, utilizado por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas, programas de televisión o comerciales.

Estudio cinematográfico. Un edificio o grupo de edificios y otras estructuras diseñadas, construidas o permanentemente modificadas para ser utilizadas por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas o programas de televisión.

Interruptor de extensiones. Un desconectador de seguridad montado en pared y que se puede operar externamente, el cual puede o no contener protección contra sobrecorriente, y que es diseñado para la conexión de cables y cordones portátiles.

Lámpara de pedestal (luz de trabajo). Un pedestal portátil que contiene un luminario de propósito general o un portalámpara con guarda, con el propósito de proveer iluminación general en el estudio o escenario.

Locación. Un lugar fuera de un estudio cinematográfico donde se filma o graba una producción o parte de ella.

Tablero de distribución de c.a. (Caja de conexiones de c.a., caja de receptáculos) Un centro distribuidor de c.a. que contiene uno o más receptáculos polarizados puestos a tierra, que puede incluir dispositivos de protección contra sobrecorriente.

Tablero de locación. Equipo portátil que contiene un contactor de alumbrado o contactores con protección contra sobrecorriente, diseñado para el control remoto del alumbrado del escenario.

Utilería de escenario. Artículo u objeto utilizado como un elemento visual en una producción de cine o televisión, a excepción de escenografías pintadas y vestuario.

530-6. Equipo portátil. Se permite utilizar provisionalmente, en exteriores, un escenario portátil y equipo de alumbrado de estudio y el equipo portátil de distribución de potencia, si el equipo provisto es supervisado por personal calificado, mientras está energizado y que esté separado del público en general mediante barreras.

B. Escenario o escenario (set)

530-11. Alambrado permanente. El alambrado permanente debe ser con cable tipo MC, MI o en canalizaciones aprobadas.

Excepción: Se permite que los circuitos de comunicación, circuitos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio, de control remoto Clase 1, Clase 2 y Clase 3, o circuitos de señalización y circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada, sean alambrados de acuerdo con lo indicado en los Artículos 640, 725, 760 y 800.

530-12. Alambrado portátil.

a) Alambrado para escenario. El alambrado del alumbrado del escenario, efectos de escenario y equipo eléctrico utilizados como utilería del escenario, y otros alambrados no-fijos como en locaciones, debe estar hecho con cables y cordones flexibles aprobados para uso rudo. Cuando esté expuesto a daño físico, este alambrado debe ser con cordones y cables flexibles aprobados para uso extrarrudo. Se permiten los empalmes y derivaciones si la carga total conectada no excede de la capacidad de conducción de corriente máxima del cable o cordón.

b) Efectos de escenario y equipo eléctrico utilizado como accesorios del escenario. Se permite que el alambrado para los efectos de escenario y equipo eléctrico utilizados como accesorios del escenario, estén elaborados con cordones o cables flexibles aprobados con monoconductores o multiconductores, si los conductores están protegidos contra daño físico y asegurados al escenario mediante amarres de cables o grapas aisladas. Se permiten empalmes o derivaciones cuando estén hechos con dispositivos aprobados y los circuitos estén protegidos a no más de 20 A.

c) Otros equipos. Se permiten los cordones y cables diferentes de los de uso extrarrudo, cuando se suministran como una parte de un conjunto aprobado.

530-13. Control del alumbrado y de los efectos del escenario. Los desconectadores utilizados para el alumbrado del escenario y efectos en el escenario (en el escenario y locaciones) deben ser del tipo de operación externa. Cuando se utilicen contactores como medio de desconexión para fusibles, debe instalarse un desconectador de operación externa individual, tal como un desconectador de volquete, para el control de cada contactor, y debe estar localizado a no más de 1,8 m de dicho contactor, además de los desconectadores de control remoto. Se permite utilizar un solo desconectador de operación externa para desconectar simultáneamente todos los contactores en cualquier tablero de locación, cuando se localicen a una distancia no mayor que 1,8 m del tablero de locación.

530-14. Cajas de receptáculos. Todas las cajas de receptáculos de c.c. deben tener una capacidad nominal de conducción de corriente no menor que 30 A.

530-15. Protecciones y guardas de partes vivas

a) Partes vivas. Las partes vivas deben estar encerradas o resguardadas para evitar cualquier contacto accidental con personas y objetos.

b) Desconectadores. Todos los desconectadores deben ser tipo de operación externa.

c) Reóstatos. Los reóstatos deben colocarse en gabinetes o marcos que encierren todas las partes vivas, teniendo expuestas solamente las manijas de operación.

d) Partes portadoras de corriente. Las partes portadoras de corriente de desconectadores de extensiones, tableros de locación, arañas y cajas de receptáculos deben estar encerradas, resguardadas, o localizadas de forma que las personas no puedan accidentalmente entrar en contacto con ellas o llevar materiales conductores que entren en contacto con ellas.

530-16. Lámparas portátiles. Las lámparas portátiles y luces de trabajo deben estar equipadas con cordones flexibles, portalámparas de porcelana con pantalla metálica y provistas con guardas sólidas.

Excepción: Las lámparas portátiles utilizadas como utilería en un escenario de cine o televisión, o en un estudio o en una locación, no deben considerarse como lámparas portátiles para el propósito de esta Sección.

530-17. Luminarios portátiles con lámpara de arco

a) Lámparas portátiles de arco de carbón. Las lámparas portátiles de arco de carbón deben ser de construcción sólida. El arco debe producirse en una envolvente diseñada para evitar la salida de chispas y carbones, y para impedir que personas o materiales entren en contacto con el arco o con partes vivas desnudas. Las envolventes deben estar ventiladas y todos los des deben ser del tipo de operación externa.

b) Lámparas portátiles por arco eléctrico diferente del carbón. Las lámparas portátiles de descarga que no sean de arco de carbón, incluidas las de arco eléctrico cerrado y balastros asociados, deben estar aprobadas. Los juegos de cordones y cables de conexión deben ser tipo uso extra rudo y estar aprobados.

530-18. Protección contra sobrecorriente

Generalidades. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente automáticos (interruptores automáticos o fusibles) para la iluminación de un escenario de un estudio cinematográfico y sus respectivos cables de alimentación deben cumplir con (a) hasta (g) siguientes. La máxima capacidad de conducción de corriente permitida en un conductor dado, cable o cordón de cierto tamaño debe ser el indicado en las Tablas aplicables de los Artículos 310 y 400.

a) Cables en el escenario. Los cables para la iluminación del escenario deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente ajustados a no más de 400% de la capacidad de conducción de corriente indicada en las Tablas aplicables de los Artículos 310 y 400.

b) Alimentadores. En edificaciones utilizadas fundamentalmente para producción cinematográfica, los alimentadores de las subestaciones a los escenarios deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente (generalmente localizados en la subestación) que tengan una capacidad de conducción de corriente adecuada. Se permite que los dispositivos contra sobrecorriente puedan ser multipolares o monopolares de operación simultánea. No se requiere un dispositivo contra sobrecorriente en el conductor neutro. El ajuste del

dispositivo contra sobrecorriente de cada alimentador no debe exceder 400% de la capacidad de conducción de corriente del alimentador, como se indica en las Tablas aplicables del Artículo 310.

c) Protección de cables. Los cables se deben proteger con boquillas, cuando pasen a través de envolventes y se deben disponer de manera que la tensión mecánica en el cable no se transmita a las conexiones. Cuando los conductores de alimentación pasen a través de metal, se deben aplicar los requisitos de la Sección 300-20. Se permite que los cables de un alimentador portátil penetren provisionalmente muros, pisos o plafones clasificados como resistentes contra el fuego, siempre y cuando:

(1) La abertura sea de un material no combustible.

(2) Cuando esté en uso, la abertura esté cerrada con un sello provisional de un material certificado como resistente al fuego;

(3) Cuando no esté en uso, la abertura esté tapada con un material con capacidad de resistencia al fuego equivalente.

d) Tableros de locación. Debe proveerse protección contra sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos) en los tableros de locación. Los fusibles en los tableros de locación deben tener una capacidad de corriente no mayor que 400% la capacidad de conducción de corriente de los cables entre los tableros de locación y las cajas de receptáculos.

e) Cajas de receptáculos. Los cables y cordones alimentados a través de las cajas de receptáculos deben ser de cobre. Los cables y cordones menores a 8,37 mm^2 (8 AWG) deben sujetarse a la caja de receptáculos mediante una clavija que contenga dos cartuchos fusibles o un interruptor automático de dos polos. La capacidad de los fusibles o el ajuste del interruptor automático no debe ser mayor que 400% la capacidad de conducción de corriente de los cables o cordones indicada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400. Las cajas de receptáculos no se permiten en sistemas de c.a.

f) Cajas de distribución de potencia c.a. Las cajas de distribución de potencia de c.a. utilizadas en los estudios de sonido y en locaciones deben tener receptáculos del tipo polarizado y de puesta a tierra.

g) Alumbrado. Las luces de trabajo, lámparas de pedestal y luminarios de 1 000 W o menos, conectados a cajas de receptáculos de c.c. se deben hacer mediante clavijas con dos fusibles de cartucho no mayores de 20 A, o pueden conectarse a salidas especiales en circuitos protegidos por fusibles o interruptores automáticos de valor nominal no mayor que 20 A. Los fusibles de tapón no se deben usar a menos que estén en el lado de la carga del fusible o del interruptor automático en los tableros de locación.

530-19. Selección del tamaño nominal de los alimentadores para estudios de televisión

a) Generalidades. Se permite aplicar los factores de demanda incluidos en la Tabla 530-19(a) a la parte de la máxima carga posible conectada para el alumbrado del estudio o del escenario, para todos los alimentadores permanentemente instalados entre las subestaciones y los escenarios, y todos los alimentadores permanentemente instalados entre el tablero de distribución del escenario y los centros de carga del escenario o de los tableros de locación.

TABLA 530-19(a).- Factores de demanda para el alumbrado del escenario

Parte de la carga de alumbrado del escenario a la cual se le aplica el factor de demanda VA	Factor de demanda del alimentador %
Primeros 50 000 o menos	100
De 50 001 a 100 000	75
De 100 001 a 200 000	60
Excedente a 200 000	50

b) Alimentadores portátiles. Se permite aplicar un factor de demanda de 50% de la máxima carga posible conectada para todos los alimentadores portátiles.

530-20. Puesta a tierra. Los cables tipo MC, MI, las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los aparatos, dispositivos y equipo, deben estar puestos a tierra como se especifica en el Artículo 250. Esto no se aplica a lámparas colgantes y portátiles, a la iluminación del escenario ni al equipo de sonido del escenario, ni a cualquier otro equipo portátil o especial que opere a no más de 150 V a tierra en c.c.

530-21. Clavijas y receptáculos

a) Capacidad. Debe indicarse la capacidad de las clavijas y de los receptáculos en términos de ampere. La tensión eléctrica nominal de las clavijas y de los receptáculos no debe ser menor que la tensión eléctrica del circuito. La corriente nominal de las clavijas y de los receptáculos para circuitos de c.a., no debe ser menor

que la del alimentador, o de la corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. No debe aplicarse la Tabla 210-21(b)(2).

b) Intercambiabilidad. Se permite que las clavijas y receptáculos utilizados en equipo profesional portátil cinematográfico o de televisión, se intercambien para utilizarse en c.a. o c.c. siempre y cuando estén aprobados para utilizarse en ambos tipos de corriente y sean marcados de manera adecuada para identificar el sistema al cual están conectados.

530-22. Conectores separables monopolares.

a) Generalidades. Cuando se utilicen conectores para cables portátiles monopolares de c.a. deben estar aprobados y ser del tipo con seguro. Las Secciones 400-10 y 410-56 no se deben aplicar a conexiones separables monopolares aprobadas y a conjuntos de cables de un solo conductor que utilizan conectores separables monopolares aprobados. Cuando los grupos en paralelo de conectores separables monopolares portadores de corriente, se suministre como dispositivos de entrada, deben rotularse en forma claramente visible con una indicación precautoria indicando la presencia de conexiones paralelas internas. El uso de los conectores monopolares separables debe cumplir cuando menos con una de las siguientes condiciones:

1) La conexión y desconexión de tales conectores sólo es posible cuando los conectores de alimentación estén bloqueados con la fuente de alimentación y no es posible conectarlos o desconectarlos cuando la alimentación esté energizada.

2) Los conectores de línea deben ser del tipo bloqueo secuencial aprobado de tal manera que la carga sea conectada en la siguiente secuencia:

a. Conexión del conductor de puesta a tierra de equipo.

b. Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.

c. Conexión del conductor de fase

La desconexión debe ser en orden inverso.

3) Se debe colocar una nota de advertencia adyacente a los conectores de línea indicando que la conexión de clavijas debe seguir el siguiente orden:

a. Conectores del conductor de puesta a tierra de equipo.

b. Conectores del conductor puesto a tierra, si existe.

c. Conectores del conductor de fase.

La desconexión debe ser en orden inverso.

530-23. Circuitos derivados. Se permite que un circuito derivado de cualquier tamaño que alimente a uno o más receptáculos, alimente cargas de alumbrado del escenario (set).

C. Camerinos

530-31. Camerinos. Debe estar instalado alambrado fijo en los camerinos de acuerdo con los métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3. El alambrado de camerinos portátiles debe estar aprobado.

D. Mesas de revisión, corte y montaje

530-41. Lámparas en las mesas. En las mesas de revisión, corte y montaje se deben usar únicamente portalámparas sin apagador de cubierta metálica o porcelana, equipadas con medios adecuados para proteger a las lámparas contra daño físico, y de las películas y desperdicio de películas.

E. Bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa

530-51. Lámparas en bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. Estas lámparas en bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa deben instalarse en luminarios rígidas del tipo encerradas en vidrio y con empaques. Las lámparas deben controlarse mediante un desconectador que tenga un polo en cada conductor de fase. Este desconectador debe localizarse fuera de la bóveda, y estar provisto con una lámpara piloto que indique si el desconectador está conectado o desconectado. Este desconectador debe desconectar de cualquier fuente de alimentación a todos los conductores de fase que terminen en cualquier salida dentro de la bóveda.

530-52. Equipo eléctrico en las bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. Ningún receptáculo, salida, calentadores, luces portátiles o cualquier otro equipo portátil, debe estar ubicado dentro de las bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa, excepto lo que se permite en

530-51. Se permite el uso de motores eléctricos si están aprobados para la aplicación y cumplen con el Artículo 500, Clase I, División 2.

F. Subestaciones

530-61. Subestaciones. El alambrado y equipo de más de 600 V nominales, deben cumplir con el Artículo 710.

530-62. Subestaciones portátiles. El alambrado y equipos de subestaciones portátiles deben cumplir lo establecido en las Secciones que aplican a instalaciones en subestaciones fijas permanentes, pero, debido al menor espacio disponible, se permite que el espacio de trabajo sea reducido, siempre que los equipos estén instalados de modo que los operarios puedan trabajar con seguridad y que cualquier persona que esté en la cercanía no pueda entrar en contacto accidental con partes portadoras de corriente ni poner objetos conductores en contacto con los mismos mientras están energizadas.

530-63. Protección contra sobrecorriente de generadores de c.c.

Los generadores trifilares deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la Sección 445-4(e).

530-64. Tableros de distribución de corriente continua.

(a) No se requiere que los tableros de distribución de máximo 250 V de c.c. entre conductores, sean de frente muerto, cuando están localizados en subestaciones o cuartos de tableros de distribución accesibles solamente a personas calificadas.

(b) No se requiere que las cajas de los interruptores automáticos instalados en tableros de distribución estén puestas a tierra.

G. Sistemas derivados separadamente con 60 V a tierra

530-70. Generalidades. Con el propósito de reducir ruido inconveniente en lugares de producción de audio y video u otro equipo electrónico de sensibilidad similar, se permite el uso de un sistema derivado separadamente a 120 V, monofásico de tres hilos con 60 V en cada uno de los dos conductores de fase y un conductor neutro puesto a tierra, siempre que su uso sea restringido a equipo electrónico únicamente y que se reúnan todos los requisitos indicados en 530-71 a la 530-73.

530-71 Métodos de alambrado

a) Tablero de alumbrado y control y protección contra sobrecorriente. Se permite el uso de tableros de alumbrado y control monofásicos normalizados y de equipo de distribución con tensión eléctrica nominal más alta. El sistema debe estar claramente marcado en la cara del tablero o en el interior de las puertas del mismo. Se deben instalar interruptores automáticos de dos polos de disparo común, identificados para la operación a la tensión eléctrica del sistema, para ambos conductores de fase en todos los alimentadores y circuitos derivados.

b) Cajas de empalme. Todas las cubiertas de las cajas de empalme deben estar claramente marcadas para indicar el panel de distribución y la tensión eléctrica del sistema.

c) Código de colores. Todos los conductores alimentadores y de circuitos derivados instalados de acuerdo con esta Sección, deben estar identificados como parte del sistema en todos los empalmes y terminales por un color, ya sea marcado, rotulado o con medios igualmente efectivos. Los medios de identificación deben estar pegados o fijados en cada tablero de alumbrado y control, de cada circuito derivado y en los medios de desconexión del edificio.

d) Caída de tensión. La caída de tensión eléctrica en cualquier circuito derivado no debe exceder 1,5%. La caída de tensión eléctrica combinada del alimentador y de los conductores del circuito derivado no debe exceder de 2,5%.

530-72. Puesta a tierra

a) Generalidades. El sistema debe estar puesto a tierra como se indica en 250-26 como un sistema monofásico de tres hilos derivado separadamente.

b) Conductores requeridos para puesta a tierra. El equipo de utilización alambrado permanentemente y los receptáculos, deben estar puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipo, que vaya con los conductores del circuito a una barra de puesta a tierra de equipo marcada claramente con la leyenda “Tierra de equipo técnico” en el tablero de alumbrado y control donde se origina el circuito derivado. La cual debe estar conectada al conductor puesto a tierra en el lado de la línea de los medios de desconexión del sistema derivado separadamente. El conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el especificado en la Tabla 250-95 y debe ir junto con los conductores alimentadores. La barra de puesta a tierra de equipo técnico no necesita unirse a la envolvente del tablero.

Se permite utilizar otros métodos de puesta a tierra permitidos en otras partes de esta norma, cuando la impedancia de la trayectoria de retorno de puesta a tierra no exceda la impedancia de los conductores de puesta a tierra de equipo, dimensionados e instalados de acuerdo con la parte G de este Artículo.

NOTA 1: Véase 250-95 para los requerimientos de tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipos, donde los conductores del circuito son ajustados en su tamaño para compensar la caída de tensión.

NOTA 2: Estos requerimientos limitan la impedancia de la trayectoria de falla a tierra, cuando se aplican únicamente 60 V a una condición de falla en lugar de los usuales 120 V.

530-73. Receptáculos

a) Generalidades. Cuando se usen receptáculos como medio de conexión de equipo, deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Las salidas para receptáculos de 15 A y 20 A deben estar protegidas con un Interruptor de circuito por falla a tierra.

2) Los multicontactos, adaptadores, y cubiertas para receptáculos deben estar marcados como se indica a continuación:

PRECAUCION-ALIMENTACION PARA EQUIPO TECNICO

No conectar a equipos de iluminación

Sólo para equipo electrónico 60/120 V c.a., 1 fase

Protegido con un interruptor de circuito por falla a tierra

3) Un receptáculo con capacidad de 15 A o 20 A, monofásico a 127 V con uno de sus polos portadores de corriente conectado a un conductor de circuito puesto a tierra, debe estar ubicado a no más de 1,8 m de todo receptáculo del sistema técnico de potencia instalado permanentemente, de 60/120 V y capacidad de 15 A o 20 A.

4) Todos los receptáculos de 127 V utilizados para equipo técnico de 60/120 V deben estar configurados e identificados para su uso únicamente en ese tipo de equipos. Se permite utilizar clavijas y salidas para receptáculos monofásicos a 127 V y 15 A o 20 A nominales identificados para utilizar con conductores de circuitos puestos a tierra, en cuartos de máquinas, cuartos de control, cuartos de equipos, bastidores de equipos y otros lugares similares a los que sólo tengan acceso personas calificadas.

b) Receptáculos con terminal aislada de puesta a tierra. Se permiten receptáculos con terminal aislada de puesta a tierra como se describe en la Excepción 4 de 250-74; sin embargo, el conductor de puesta a tierra de equipo del circuito derivado debe estar terminado como se indica en 530-72(b).

ARTICULO 540-PROYECTORES DE CINE

A. Disposiciones generales

540-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo se aplican a las cabinas de proyección cinematográficas, a los proyectores cinematográficos y al equipo asociado del tipo profesional o no profesional que use fuentes luminosas incandescentes, de arco de carbón, de xenón, o de cualquier otro equipo de fuente luminosa que genere gases, polvos o radiaciones peligrosas.

NOTA: Para información adicional sobre manejo y almacenamiento de cintas cinematográficas de nitrato de celulosa, véase el Apéndice B2.

B. Definiciones

540-2. Proyector profesional. El proyector profesional es el que usa película de 35 mm o 70 mm con un ancho mínimo de 35 mm, y tiene en cada borde 212 perforaciones por metro, o el que usa fuentes luminosas de arco de carbón, xenón u otro equipo de fuente luminosa que genere gases, polvos o radiaciones peligrosas.

540-3. Proyectores no profesionales. Los proyectores no profesionales son aquellos tipos diferentes a los descritos en la Sección 540-2.

C. Equipo y proyectores tipo profesional

540-10. Cabina de proyección cinematográfica requerida. Todo proyector tipo profesional debe estar ubicado dentro de una cabina de proyección. Cada cabina de proyección debe ser de construcción permanente, aprobada para el tipo de edificio en el cual se localiza la cabina de proyección. Todas las ventanillas de proyección, de proyectores de luz concentrada, de observación, y cualquier otra abertura

similar, deben estar provistas con vidrio u otro material aprobado que cierre completamente la abertura. Tales cabinas no deben ser consideradas áreas clasificadas como peligrosas como se define en el Artículo 500.

NOTA: Para mayor información sobre la protección de las aberturas en las cabinas de proyección donde se manipulan películas de nitrato de celulosa, véase el Apéndice B2.

540-11. Localización de equipo eléctrico asociado

a) Motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipo similar.

Los motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipos similares para alimentación o control de la corriente del equipo de proyección o reflectores, deben estar ubicados, cuando se usa película de nitrato, en un cuarto separado. Cuando estén instalados en la cabina de proyección, deben estar ubicados o protegidos de modo que los arcos o chispas no puedan entrar en contacto con la película. El(los) extremos del conmutador de los grupos motogeneradores debe(n) cumplir con una de las condiciones de (1) a (6).

(1) Tipos. Deben ser de tipo totalmente cerrado, de tipo cerrado con enfriamiento por ventilador, o de tipo cerrado con ventilación por ducto.

(2) Cuartos o alojamientos separados. Deben estar encerrados en cuartos o alojamientos separados fabricados en un material no combustible, construidos de manera que se expulsen las pelusas o las partículas transportadas en el aire, y que estén ventilados apropiadamente desde una fuente de aire limpio.

(3) Tapas metálicas sólidas. Deben tener la escobilla o extremo del contacto deslizante del motogenerador, encerrados con cubiertas metálicas sólidas.

(4) Cajas metálicas herméticas. Deben tener las escobillas o contactos deslizantes encerrados en cajas metálicas herméticas y rígidas.

(5) Semi-encerramientos superiores e inferiores.

Deben tener la mitad superior de la escobilla o extremo del contacto deslizante del motogenerador, encerrada en una malla de alambre o metal perforado, y la mitad inferior encerrada mediante cubiertas metálicas sólidas.

(6) Mallas de alambre o metal perforado. Deben tener mallas de alambre o metal perforado colocadas en el conmutador de los extremos de la escobilla. Ninguna dimensión de cualquier abertura en la malla de alambre o metal perforado debe exceder de 1,25 mm, independientemente de la forma de la abertura y del material utilizado.

b) Desconectadores, dispositivos contra sobrecorriente u otros equipos. No se deben instalar en las cabinas de proyección desconectadores, dispositivos contra sobrecorriente, u otros equipos que no sean necesarios normalmente para el funcionamiento de los proyectores cinematográficos, equipos de audio, lámparas de efectos especiales o proyectores de luz concentrada.

Excepción 1: En las cabinas de proyección aprobadas para uso únicamente de películas de acetato de celulosa (de seguridad), se permite la instalación de equipo eléctrico auxiliar usado en conjunto con la operación del equipo de proyección y el control de iluminación, telones, equipo de audio y equipo similar. En las cabinas de proyección se debe colocar en el exterior de la puerta de la cabina y dentro de la misma en un lugar claro y visible un letrero con la leyenda: "Sólo se permite en esta cabina película de seguridad".

Excepción 2: Desconectadores de control remoto para el control de las luces del auditorio, o des para el control de motores que operan telones o cubiertas de la pantalla de proyección cinematográfica.

c) Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con el Artículo 700, sistemas de emergencia.

540-12. Espacio de trabajo. Cada proyector cinematográfico, proyector de luz difusa, proyector de luz concentrada o equipo similar, debe tener un espacio libre de trabajo no menor que 75 cm a cada lado y de la parte posterior.

Excepción: Se permite un espacio similar entre dos piezas adyacentes de equipo.

540-13. Tamaño nominal del conductor. Los conductores que alimenten salidas para proyectores de arco y xenón del tipo profesional no deben ser de un tamaño nominal menor que 8,37 mm^2 (8 AWG), y deben tener el tamaño nominal suficiente para el proyector empleado. Los conductores para proyectores del tipo incandescente deben ajustarse a los requerimientos normales de alambrado indicados en 210-24.

540-14. Conductores para lámparas y equipos que se calientan. Se deben usar conductores aislados con una capacidad de temperatura de operación no menor que 200°C, en todas las lámparas u otros equipos donde la temperatura ambiente en los conductores instalados exceda de 50°C.

540-15. Cordones flexibles. En equipo portátil se debe usar cordones aprobados para uso rudo como se indica en la Tabla 400-4.

540-20. Aprobación. Los proyectores y cubiertas para lámparas de arco, xenón e incandescentes, y rectificadores, transformadores, reóstatos y equipos similares, deben estar aprobados.

540-21. Marcado. Los proyectores y otros equipos deben estar marcados con el nombre del fabricante o marca comercial, y con la tensión eléctrica y la corriente para las cuales estén diseñados de acuerdo con lo indicado en 110-21.

D. Proyectores no profesionales

540-31. Proyectores que no necesitan cabina de proyección. Los proyectores del tipo no profesional o miniatura, cuando empleen película de acetato de celulosa (de seguridad), pueden operar sin una cabina de proyección.

540-32. Aprobación. El equipo de proyección debe estar aprobado.

E. Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio

540-50. Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. El equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio debe instalarse como se especifica en el Artículo 640.

ARTICULO 545-EDIFICIOS PREFABRICADOS

545-1. Alcance. Este Artículo establece los requisitos para los edificios prefabricados y los componentes de edificios que se definen más adelante.

545-2. Otros Artículos. En los casos en que los requisitos de otros Artículos de esta norma difieran de los que establece el Artículo 545, se deben aplicar los requerimientos del Artículo 545.

545-3. Definiciones

Componentes de un edificio: Cualquier subsistema, subconjunto u otro sistema diseñado para usarse dentro, integrarse o formar parte de una estructura, la cual puede incluir sistemas estructurales, mecánicos, hidrosanitarios, eléctricos, de protección contra incendios y contra otros agentes que afecten la salud y la seguridad.

Construcción cerrada: Cualquier edificio, componente de un edificio, conjunto, o sistema prefabricado de modo que ninguna de las partes ocultas en el proceso de fabricación se pueda inspeccionar antes de su instalación en el sitio de la obra, sin desarmar, dañar o destruir.

Edificio prefabricado: Cualquier edificio de construcción cerrada que sea manufacturado o ensamblado en fábrica, dentro o fuera del sitio de la obra, o ensamblado e instalado en el sitio previsto para el edificio, y que no sea una casa prefabricada, vivienda móvil, remolque ni vehículo de recreo.

Sistemas de un edificio: El conjunto de planos, especificaciones y documentos de un sistema de edificios prefabricados o para un tipo o sistema de componentes de un edificio, el cual pueda incluir sistemas estructurales, eléctricos, mecánicos, hidrosanitarios, de protección contra incendios y contra otros agentes que afecten la salud y la seguridad, y que incluyan las variaciones que estén específicamente permitidas por los reglamentos de construcción, en los cuales las variaciones se presenten como parte del sistema del edificio o como modificaciones del mismo.

545-4. Métodos de alambrado

a) Métodos permitidos. Todos los métodos de alambrado y canalización incluidos en esta norma y aquellos otros sistemas de alambrado específicamente diseñados y aprobados para su uso en inmuebles prefabricados, se permiten con accesorios aprobados e identificados para inmuebles prefabricados.

b) Fijación de cables. En construcción cerrada, sólo se permite fijar los cables en gabinetes, cajas o accesorios cuando se usen conductores de tamaño nominal 5,26 mm^2 (10 AWG) o menor y estén protegidos contra daño físico, utilizando los métodos de alambrado del capítulo 3, excepto el tubo de polietileno del artículo 332.

545-5. Conductores de entrada de acometida. Los conductores de entrada de acometida deben reunir los requerimientos del Artículo 230. Se deben proveer los medios para canalizar a los conductores de entrada de acometida desde el equipo de acometida hasta el punto de fijación de la acometida aérea o acometida subterránea.

545-6. Instalación de los conductores de entrada de acometida. Los conductores de entrada de acometida se deben instalar después del ensamble de la obra en el sitio.

Excepción: Cuando se conoce el punto de fijación de la acometida antes de la fabricación.

545-7. Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida debe estar instalado de acuerdo con lo indicado en 230-70(a).

545-8. Protección de conductores y equipos. Se debe proveer la protección para conductores y equipo expuestos durante los procesos de fabricación, embalaje, transporte y ensamble de la obra en el sitio.

545-9. Cajas

a) Otras dimensiones. Se permite el uso de cajas de dimensiones diferentes a aquellas requeridas en la Tabla 370-16(a), cuando estén probadas, identificadas y aprobadas según las normas aplicables.

b) De no más de 1640 cm^3. Cualquier caja de no más de 1640 cm^3, diseñada para instalarse en construcción cerrada, debe fijarse con anclajes o abrazaderas para que la instalación sea rígida y segura.

545-10. Receptáculo o desconectador con envolvente integral. Se permite instalar un receptáculo o desconectador con envolvente y sus medios de montaje integrales, cuando estén identificados y aprobados según las normas aplicables.

545-11. Unión y puesta a tierra. Los tableros prealambrados y los componentes de un edificio deben tener previsión para unión y puesta a tierra de todas las partes metálicas expuestas que puedan quedar energizadas, de acuerdo con el Artículo 250, Partes E, F y G.

545-12. Conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe reunir los requerimientos del Artículo 250, Parte J. Se deben hacer las previsiones necesarias para el paso del conductor del electrodo de puesta a tierra, desde el equipo de acometida hasta el punto de conexión al electrodo de puesta a tierra.

545-13. Conexión de los componentes. Se permite el uso de accesorios y conectores que se destinen a quedar ocultos en el momento del ensamble en la obra, cuando estén aprobados según normas aplicables, para la conexión de módulos u otros componentes del inmueble. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto al aislamiento, elevación de temperatura, y corrientes de falla nominales, y deben ser capaces de soportar las vibraciones y movimientos leves que ocurren en los componentes del edificio prefabricado.

ARTICULO 547.- CONSTRUCCIONES AGRICOLAS

547-1. Alcance. Este Artículo se aplica a las construcciones agrícolas o partes de construcciones agrícolas o a aquella parte de un edificio o áreas adyacentes de naturaleza similar o parecida, según se especifica en (a) y (b) siguientes:

a) Polvo excesivo y polvo con agua. Las construcciones agrícolas en las que se pueda acumular polvo excesivo o polvo con agua, incluyendo todas las áreas de las aves de corral, ganado y sistemas de confinamiento de peces, donde pueda acumularse polvo esparcido o polvo de alimento, incluyendo partículas de alimento mineral.

b) Atmósfera corrosiva. Construcciones agrícolas donde existan atmósferas corrosivas. Tales construcciones incluyen áreas en las que:

(1) el excremento de las aves y los animales puede causar vapores corrosivos;

(2) partículas corrosivas pueden combinarse con agua;

(3) el área es húmeda y mojada por razones de lavado periódico para limpieza y saneamiento con agua y agentes limpiadores, y

(4) existencia de condiciones similares.

547-2. Otros Artículos. Para construcciones agrícolas que no tengan las condiciones indicadas en 547-1, las instalaciones eléctricas deben ejecutarse de acuerdo con los Artículos aplicables de esta norma.

547-3. Temperatura superficial. Los equipos o artefactos eléctricos instalados de acuerdo con las disposiciones de este Artículo, se deben instalar de modo que funcionen correctamente a plena carga sin que su temperatura superficial exceda la temperatura de operación normal del equipo o artefacto.

547-4. Métodos de alambrado.

a) Sistemas de alambrado. Los métodos de alambrado basados en cables tipo UF, NMC, de cobre SE u otros cables o canalizaciones adecuadas para el lugar, con accesorios terminales aprobados. Los métodos de alambrado de los Artículos 320 y 502 están permitidos para lo indicado en 547-1(a).

NOTA: Véanse 300-7 y 347-9 para la instalación de sistemas de canalización expuestos a grandes variaciones de temperatura.

b) Montaje. Todos los cables se deben fijar a una distancia no mayor que 20 cm de cada gabinete, caja o accesorio. Para las construcciones cubiertas por este Artículo no se requiere del espacio de aire de 6 mm para cajas, tubo (conduit) y accesorios no metálicos según la Sección 300-6(c).

c) Cajas y accesorios. Todas las cajas y accesorios deben cumplir con lo indicado en 547-5.

d) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles, conectores flexibles herméticos al polvo, tubo (conduit) flexible hermético a líquidos, o cordones flexibles aprobados e identificados para uso rudo. Todos los conectores y accesorios utilizados deben ser de tipo aprobado.

(e) Protección física. Todo el alambrado y equipo eléctrico expuesto a daño físico se debe proteger.

(f) Conductor de puesta a tierra de equipo separado. Cuando se requiere poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente, pertenecientes a equipos, canalizaciones y otros envolentes, esto se debe hacer mediante un conductor de cobre de puesta a tierra de equipos, instalado entre el equipo y el medio de desconexión de la edificación. Si el conductor de puesta a tierra de equipos se instala subterráneo, debe ser aislado o recubierto.

547-5. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores y fusibles. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares usados en construcciones como las descritas en 547-1(a) y (b), deben estar provistos con envolventes como se especifica en (a) y (b) siguientes:

a) Polvo excesivo y polvo con agua. Para las construcciones descritas en 547-1(a) se deben utilizar envolventes herméticos al polvo y al agua.

b) Atmósfera corrosiva. Para las construcciones descritas en 547-1(b) se deben utilizar envolventes adecuados para las condiciones de la aplicación.

NOTA 1: Véase la Tabla 430-91 para designaciones del tipo de envolventes apropiados.

NOTA 2: El aluminio fundido y el acero magnético pueden corroerse en medios agrícolas.

547-6. Motores. Los motores y otras máquinas eléctricas rotatorias deben estar totalmente cerrados o diseñados de manera que se reduzca al mínimo la entrada de polvo, humedad o partículas corrosivas.

547-7. Luminarios. Los luminarios instalados en las construcciones agrícolas descritas en 547-1 deben cumplir con lo siguiente:

a) Reducir la entrada de polvo. Los luminarios deben estar instalados para reducir la entrada de polvo, materias extrañas, humedad y material corrosivo.

b) Expuestas a daño físico. Cualquier luminario que pueda estar expuesto a daño físico debe estar protegido por una protección adecuada.

c) Expuestas al agua. Un luminario que pueda estar expuesto al agua proveniente de la condensación del agua o de la solución utilizada en el aseo de los edificios, debe ser hermético al agua.

547-8. Equipo de acometida, sistemas derivados separadamente, alimentadores, medios de desconexión y puesta a tierra.

Cuando una o más edificaciones agrícolas son alimentadas desde un punto de distribución, el medio de desconexión y la puesta a tierra de las acometidas y alimentadores debe cumplir con (a), (b), o (c).

(a) Medios de desconexión y protección contra sobrecorriente en construcciones agrícolas. Cuando el medio de desconexión y la protección contra sobrecorriente están localizados en el extremo de carga de los conductores de la acometida, la puesta a tierra del equipo de acometida debe cumplir los requisitos de la Sección 250-23. También debe haber instalado un medio de desconexión en el punto de distribución, cuando dos o más construcciones agrícolas son alimentados desde ese punto de distribución.

(b) Medios de desconexión y protección contra sobrecorriente en el punto de distribución. Cuando el medio de desconexión y la protección contra sobrecorriente están localizados en el punto de distribución, los alimentadores a las construcciones agrícolas deben cumplir los requisitos de la Sección 250-24 y el Artículo 225, parte B.

(c) Medio de desconexión sin protección contra sobrecorriente en el punto de distribución. Cuando el medio de desconexión sin protección contra sobrecorriente está localizado en el punto de distribución y en

el(los) edificio(s) hay ubicados un medio de desconexión y la protección contra sobrecorriente, no se permite la conexión del conductor del circuito puesto a tierra al electrodo de puesta a tierra en el medio de desconexión en cada construcción agrícola, y se deben cumplir todas las condiciones siguientes:

(1) Todo el alambrado de edificaciones y predios está bajo una sola administración.

(2) En el punto de distribución hay un medio de desconexión adecuado para uso como equipo de acometida.

(3) Un conductor de puesta a tierra de los equipos va tendido con los conductores de alimentación y es del mismo tamaño nominal que el conductor de alimentación de mayor tamaño nominal, si son del mismo material, o se ajusta su tamaño nominal de acuerdo con las columnas de tamaño nominal equivalente de la Tabla 250-95, si son de material diferente.

(4) El conductor de puesta a tierra de equipos está unido al conductor del circuito puesto a tierra en el punto de distribución o en la fuente de un sistema derivado separadamente.

(5) Se cuenta con un sistema de electrodo de puesta a tierra, conectado al conductor de puesta a tierra de equipos en el medio de desconexión de la edificación.

Punto de distribución. Una estructura de suministro eléctrico localizada centralmente, de la cual normalmente se alimentan las acometidas o alimentadores de edificaciones agrícolas u otras, incluidas las viviendas asociadas.

547-9. Planos equipotenciales y unión de los planos equipotenciales

(a) Definición de plano equipotencial. Un área accesible al ganado, en donde una malla metálica u otros elementos conductores están empotrados en concreto, están unidos a todas las estructuras metálicas y equipos metálicos no eléctricos fijos que se pueden energizar, y están conectados al sistema de puesta a tierra eléctrico, para evitar que dentro de este plano se desarrolle una diferencia de tensión. Para esta Sección, ganado no incluye las aves de corral.

(b) Generalidades. En el piso de concreto o áreas de confinamiento de ganado se deben instalar mallas de alambre u otros elementos conductores que deben estar unidos al sistema de electrodo de puesta a tierra de la edificación, para brindar un plano equipotencial que puede tener rampas de gradiente de tensión en las entradas y salidas que son atravesadas a diario por el mismo ganado. El conductor de unión debe ser de cobre, debe estar aislado, recubierto o desnudo, y su tamaño nominal no debe ser menor que 8,37 mm^2 (8 AWG). El medio de unión a la malla de alambre o elementos conductores deben ser conectores de presión o abrazaderas de bronce, cobre, aleación de cobre o un medio aprobado igualmente sólido.

Excepción 1: No se exige un plano equipotencial cuando no haya acometida eléctrica a la edificación ni equipo metálico accesible al ganado, que tenga probabilidad de energizarse.

Excepción 2: No se exige conectar equipotencialmente los pisos de tablillas sostenidos por estructuras que son una parte de un plano equipotencial.

NOTA 1: Para información adicional sobre los métodos para establecer los planos equipotenciales y rampas de gradientes de tensión, véase el Apéndice B2.

NOTA 2: Las bajas resistencias del sistema de electrodo de puesta a tierra pueden reducir las diferencias de potencial en las instalaciones para ganado.

(c) Receptáculos. Todos los receptáculos de 127 V monofásicos, de 15 A o 20 A para propósito general, en áreas que tienen un plano equipotencial deben tener protección con interruptor de circuito por falla a tierra, para el personal.

ARTICULO 550-CASAS MOVILES, CASAS PREFABRICADAS Y SUS ESTACIONAMIENTOS

A. Disposiciones generales

550-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo cubren a los conductores y equipo eléctrico instalados dentro o sobre casas móviles, a los conductores que las conectan al suministro de energía, y a la instalación del alambrado eléctrico, luminarios, equipo y accesorios relacionados con la instalación eléctrica dentro de un estacionamiento de casas móviles hasta los conductores de entrada de acometida, o cuando no exista, al equipo de acometida de la casa móvil.

550-2. Definiciones

Aparato electrodoméstico estacionario. Un aparato electrodoméstico que no se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro, en uso normal.

Aparato electrodoméstico fijo. Un aparato electrodoméstico que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio determinado.

Aparato electrodoméstico portátil. Un aparato electrodoméstico que se mueve o que puede ser trasladado de un lugar a otro en uso normal.

NOTA: Para los propósitos de este Artículo, se consideran portátiles los siguientes aparatos electrodomésticos, si no están fijos en la casa móvil y si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, estufas a gas o parrillas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin equipo de secado y otros aparatos similares.

Area de lavandería. Area que contiene, o está diseñada para contener, lavaderos, lavadoras o secadoras de ropa.

Casa móvil. Una estructura o estructuras ensambladas en fábrica y transportadas en una o varias secciones, que se construyen sobre un chasis permanente y diseñada para ser utilizada como vivienda sin cimientos permanentes, cuando está conectada a los servicios necesarios y tiene instalaciones de plomería, calefacción, aire acondicionado y eléctricas.

Para el propósito de esta norma y a menos que otra cosa se indique, el término “casa móvil” incluye también a las casas prefabricadas.

Casa prefabricada. Una estructura o estructuras ensambladas en fábrica y transportadas en una o varias secciones, que lleva(n) un rótulo que las identifica como una casa prefabricada, que se construyen sobre un chasis permanente y diseñada para ser utilizada como vivienda, con cimentación permanente o sin ella, cuando está conectada a los servicios necesarios y tiene instalaciones de plomería, calefacción, aire acondicionado y eléctricas.

Conjunto de alimentación. Los conductores de alimentación aéreos o en una canalización bajo el chasis, incluyendo el conductor de puesta a tierra, con los accesorios y equipos necesarios, o un cordón de alimentación aprobado para uso en casas móviles, diseñado para suministrar energía desde la fuente de alimentación eléctrica al tablero de distribución colocado dentro de la casa móvil.

Edificio o estructura auxiliar para casas móviles. Cualquier toldo, cabaña, palapa, gabinete de almacenamiento, cobertizo para vehículos, cerca, pórtico o vestíbulo, establecidos para el uso de los ocupantes de la casa móvil en un lote para casas móviles.

Equipo de acometida para casas móviles. Equipo que contiene los medios de desconexión, dispositivos de protección contra sobrecorriente y los receptáculos u otros medios para conectar el conjunto de alimentación de una casa móvil.

Estacionamiento para casas móviles. Un terreno destinado a ubicar casas móviles que estén ocupadas.

Lote para casas móviles. Parte de un estacionamiento para casas móviles destinada a acomodar una casa móvil y sus construcciones o estructuras accesorias, para uso exclusivo de sus ocupantes.

Tablero de distribución. Véase la definición de tablero de alumbrado y control en el Artículo 100.

Sistema de alambrado eléctrico del estacionamiento. Todo el alambrado eléctrico, luminarios, equipos y accesorios, relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento para casas móviles, incluyendo el equipo de acometida de la casa móvil.

550-3. Otros Artículos. Cuando los requisitos establecidos en otros Artículos de esta norma y el Artículo 550 difieran, se deben aplicar los del Artículo 550.

550-4. Requisitos generales

a) Casas móviles no destinadas para vivienda. Las casas móviles no destinadas para vivienda, como por ejemplo, las equipadas únicamente como dormitorios, las oficinas de contratistas en la obra, los dormitorios en las obras de construcción, camerinos de estudios móviles, bancos, clínicas, tiendas móviles o las destinadas a la exhibición o exposición de mercancías o maquinarias, no requieren reunir los requisitos de este Artículo relativos al número y capacidad de los circuitos requeridos. Sin embargo, deben cumplir con todos los demás requisitos aplicables de este Artículo si están provistas de una instalación eléctrica destinada a estar energizada con un sistema de alimentación de c.a. de 120 V o 127 V, o 120/240 V o 220Y/127 V, según el caso. Cuando se requiera una tensión eléctrica diferente por cualquier diseño o disponibilidad del

sistema de alimentación, se deben efectuar ajustes de acuerdo con otros Artículos y Secciones para la tensión eléctrica utilizada.

b) Estacionamiento en sitios diferentes a los destinados para casas móviles. Las casas móviles instaladas en sitios distintos a los estacionamientos destinados para casas móviles deben cumplir con las disposiciones de este Artículo.

c) Conexión del sistema de alambrado. Las disposiciones de este Artículo aplican a casas móviles destinadas a conectarse a un sistema de alambrado con tensión eléctrica de 120/240 V o 220Y/127 V nominales, de tres hilos en c.a. con un conductor neutro puesto a tierra.

d) Aprobado. Todos los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos, accesorios y otros equipos deben estar aprobados y estar conectados de manera apropiada cuando sean instalados. Véase 110-2.

B. Casas móviles

550-5. Suministro de energía

a) Alimentador. El suministro de energía a la casa móvil debe ser con un conjunto alimentador consistente de no más de un cordón de alimentación aprobado para casas móviles de 50 A, con una clavija conectada firmemente o moldeada integralmente, o un alimentador instalado permanentemente.

Excepción 1: Se permite que una casa móvil equipada en fábrica con calefacción central y aparatos de cocina con quemadores a gas o petróleo, esté provista con un cordón de suministro de energía aprobado de 40 A de capacidad.

Excepción 2: Casas prefabricadas construidas de acuerdo con lo indicado en la Sección 550-23(b).

b) Cordón de suministro de energía. Si la casa móvil tiene un cordón de suministro de energía, éste debe estar permanentemente conectado al tablero de distribución o a una caja de empalme permanentemente conectada al tablero de distribución, con el extremo libre del cordón flexible terminado en una clavija.

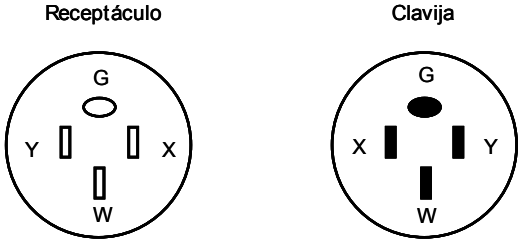
Los cordones con adaptadores o terminales en espiral, extensiones, y similares no deben instalarse en las casas móviles, ni equiparlas con ellos.

Una abrazadera adecuada o su equivalente debe proveerse en el disco desprendible del tablero de distribución, para que la tensión mecánica transmitida por el cordón de alimentación no se transmita hasta las terminales cuando el cordón de alimentación se maneja de la manera prevista.

El cordón utilizado debe ser aprobado con cuatro conductores, uno de los cuales debe estar identificado con color verde continuo o verde con una o más franjas amarillas, para ser utilizado como conductor de puesta a tierra.

c) Clavija. La clavija debe ser de tres polos cuatro hilos, con conexión de puesta a tierra, para 220Y/127 V, con una capacidad de 50 A, con una configuración como la indicada en la Figura 550-5(c), y diseñada para usarse con un receptáculo de 220Y/127 V, 50 A, con una configuración como la mostrada en la Figura 550-5(c). La clavija debe estar aprobada individualmente, o como parte de un conjunto de un cordón de alimentación para este propósito, y debe estar moldeada o instalada en el cordón flexible, de tal manera que sea herméticamente asegurada al cordón en el punto donde el cordón entra a la cubierta de la clavija. Si se utiliza una clavija de ángulo recto, la configuración debe estar orientada de tal manera que el polo de puesta a tierra sea el más alejado del cordón.

NOTA: Para información adicional sobre la configuración de receptáculos y clavijas de 50 A, véase el Apéndice B2.



127220 V, 50 A, 3 polos, 4 hilos, tipo de puesta a tierra

Donde:

G: puesta a tierra

W: puesto a tierra

X, Y: conductores de fase

FIGURA 550-5 (c).- Configuraciones de receptáculo y clavija de 220Y/127 V, 50 A, trs fases cuatro hilos, con conductor puesto a tierra, para uso con cordones de alimentación en casas móviles y sus estacionamientos.

d) Longitud total del cordón de suministro de energía. La longitud total del cordón de suministro de energía, medido desde uno de sus extremos, incluyendo sus terminales, hasta el frente de la clavija, no debe ser menor que 6,5 m y no debe exceder de 11 m, la longitud del cordón desde el frente de la clavija hasta el punto donde el cordón entra a la casa móvil no debe ser menor que 6 m.

e) Marcado. El cordón de suministro de energía debe tener el siguiente marcado:

"**Para uso en casas móviles - 40 A**"

o

"**Para uso en casas móviles - 50 A**".

f) Punto de entrada. El punto de entrada del conjunto alimentador a la casa móvil debe estar en la pared exterior, en el piso o en el techo.

g) Protección mecánica. Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, debe protegerse por medio de tubo (conduit) y boquillas (monitores) o su equivalente. El cordón se puede instalar dentro de las paredes de la casa móvil por medio de una canalización continua de un tamaño máximo de 35 mm, instalado desde el tablero del circuito derivado hasta la parte inferior del piso de la casa móvil.

h) Protección contra la corrosión y contra daños mecánicos. Se deben tomar medidas permanentes para la protección contra la corrosión y daños mecánicos de la clavija del cordón de suministro de energía y cualquier conjunto del cordón conector o receptáculo, si tales dispositivos se sitúan en un lugar exterior mientras la casa móvil esté en tránsito.

i) Mufa para acometida aérea o canalización. Cuando la carga calculada exceda de 50 A, o cuando se utilice un alimentador permanente, la alimentación debe hacerse por uno de los medios siguientes:

1) Una acometida aérea con mufa instalada de acuerdo con el Artículo 230, que contenga cuatro conductores continuos aislados, con conductores alimentadores codificados por colores, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo; o

2) Una canalización metálica o un tubo (conduit) no metálico tipo pesado desde los medios de desconexión de la casa móvil hasta la parte inferior de la misma, con medios para unirse a una caja de empalme apropiada o a un accesorio a la canalización en la parte inferior de la casa móvil (con o sin conductores, según se indica en 550-5(i)(1)).

550-6. Medios de desconexión y equipos de protección de los circuitos derivados. Se permite que el equipo de los circuitos derivados esté combinado con los medios de desconexión en un solo conjunto. Se permite que tal combinación se designe como un tablero de alumbrado y control. Si se usa un tablero de alumbrado y control con fusibles, la máxima capacidad de los fusibles principales debe estar marcada claramente con letras de por lo menos 6 mm de altura, que sea claramente visible al cambiar los fusibles.

Cuando se utilicen fusibles de tapón, sus portafusibles deben ser del tipo S, resistentes a la manipulación indebida y deben estar dentro de un tablero de fusibles de frente muerto. Los tableros de distribución con interruptores automáticos deben ser también del tipo de frente muerto.

NOTA: Véase 110-22, referente a la identificación de cada medio de desconexión y cada acometida, alimentador o circuito derivado en el punto donde éste se origina y el tipo de marcado requerido.

a) Medios de desconexión. Cada casa móvil debe estar provista de un medio de desconexión único ya sea con interruptor automático o desconectador y fusibles y sus accesorios, instalados en un lugar de fácil acceso, cerca del punto de entrada del cordón o de los conductores de suministro dentro de la casa móvil. El interruptor automático principal o los fusibles deben estar claramente marcados con la palabra "Principal". Este equipo debe tener un conector de puesta a tierra sin soldadura o una barra para puesta a tierra, con suficientes terminales para todos los conductores de puesta a tierra. El conector de la barra del neutro de los conductores puestos a tierra debe estar aislada de acuerdo con lo indicado en 550-11(a). El equipo de desconexión debe tener la capacidad adecuada para la carga conectada. El equipo de distribución, ya sea del tipo interruptor automático o con fusibles, debe estar localizado a un mínimo de 60 cm, medidos desde la parte inferior de tales equipos hasta el nivel del piso de la casa móvil.

NOTA: Véase la Sección 550-15(b) para información de los medios de desconexión de circuitos derivados diseñados para energizar equipos de calefacción, aire acondicionado o ambos, localizados fuera de la casa móvil, diferentes de los acondicionadores de aire de habitación.

El tablero de alumbrado y control debe tener por lo menos una capacidad de 50 A y debe emplear un interruptor automático bipolar de 40 A para un cordón de alimentación de 40 A, o, respectivamente, de 50 A para un cordón de alimentación de 50 A. Si el tablero de alumbrado y control emplea un desconectador con fusibles, debe ser de 60 A nominales y debe tener un solo portafusibles de dos polos a 60 A, con fusibles principales de 40 A o 50 A para cordones de suministro de 40 A o 50 A, respectivamente. El exterior del tablero de distribución debe estar marcado claramente visible con la capacidad del fusible.

El tablero de alumbrado y control se debe colocar en un lugar accesible; pero no se debe colocar ni en baños ni en armarios de ropa. Se debe proveer un espacio libre de trabajo de por lo menos 75 cm de ancho por 75 cm en el frente del tablero de alumbrado y control. Este espacio debe extenderse desde el piso hasta la parte superior del tablero.

b) Equipo de protección de los circuitos derivados. En cada casa móvil se debe instalar un tablero de alumbrado y control de circuitos derivados y debe incluir una protección contra sobrecorriente para cada circuito derivado, que contenga interruptores automáticos o fusibles.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados deben ser de una capacidad:

(1) no mayor que la de los conductores del circuito, y

(2) no mayor que 150% el valor nominal de un solo aparato electrodoméstico con capacidad de 13,3 A o mayor, que esté alimentado por un circuito derivado individual, pero

(3) no superior a la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del tipo marcado en aparatos electrodoméstico de aire acondicionado u otro aparato electrodoméstico accionado por motor.

Se permite un receptáculo múltiple de 15 A cuando se conecte a un circuito de lavandería de 20 A.

c) Interruptores automáticos bipolares. Cuando se provean interruptores automáticos para la protección de los circuitos derivados de 220 V, deben estar protegidos por interruptores automáticos bipolares de disparo común o simultáneo, o dos unidades monopolares de una sola palanca (con las dos palancas unidas mecánicamente en una sola).

d) Placa de datos eléctricos. Una placa de datos metálica en la parte exterior adyacente a la entrada del conjunto de alimentación, debe tener la leyenda:

"**ESTA CONEXION ES PARA 127/220 V O 120/ 240 V, 3 POLOS 4 HILOS, 60 Hz, CON UN SUMINISTRO DE _____ A**".

La capacidad nominal de corriente se debe indicar en el espacio en blanco.

550-7. Circuitos derivados. El número de circuitos derivados requeridos debe estar determinado de acuerdo con (a) hasta (c) siguientes:

a) Alumbrado. Se toma como base la carga unitaria de 33 VA/m², valor que se multiplica por el área de la casa móvil, se consideran las dimensiones exteriores (se excluye el acoplador de enganche), y se divide entre 120 V o 127 V para determinar el número de circuitos derivados de 15 A o de 20 A, es decir:

$$\frac{33 x longitud x ancho}{120 x 15A (o' 20A)} = \text{No. de circuitos de 15 A (o 20 A)}$$

$$\frac{33 x longitud x ancho}{127 x 15A (o' 20A)} = \text{No. de circuitos de 15 A (o 20 A)}$$

Se permite que los circuitos de alumbrado puedan alimentar hornos de gas empotrados que contengan únicamente dispositivos eléctricos tales como: lámparas, relojes, temporizadores o unidades trituradoras de basura conectados por un cordón aprobado.

b) Aparatos electrodomésticos pequeños. Los circuitos derivados para aparatos electrodomésticos pequeños se deben instalar de acuerdo con lo indicado en la Sección 210-52(b).

c) Aparatos electrodomésticos en general. (Incluidos radiadores, calentadores de agua, cocina y equipo de aire acondicionado central o de habitación o aparato similar). Debe haber uno o más circuitos derivados de capacidad adecuada de acuerdo con (1) a (4) siguientes:

NOTA 1: Para el circuito derivado de lavandería véase la Sección 220-4(c).

NOTA 2: Para equipo de aire acondicionado central véase el Artículo 440.

1) La corriente eléctrica nominal de los aparatos electrodomésticos fijos no debe ser mayor que 50% de la capacidad del circuito derivado si hay salidas de alumbrado en el mismo circuito (los receptáculos que no sean para la cocina, el comedor y la lavandería, se consideran como salidas de alumbrado).

2) Para aparatos electrodomésticos fijos en un circuito sin salidas de alumbrado, la suma de la corriente eléctrica nominal no debe exceder la capacidad del circuito derivado. Las cargas de motores u otras cargas de servicio continuo, no deben exceder 80% de la capacidad del circuito derivado.

3) La capacidad de aparatos electrodomésticos conectados con un solo cordón y clavija en un circuito que no tenga otras salidas, no debe ser mayor que 80% de la capacidad nominal del circuito.

4) La capacidad del circuito derivado se debe basar en las demandas nominales especificadas en 550-13(b)(5).

550-8. Salidas para receptáculos

a) Salidas para receptáculos del tipo con terminal de puesta a tierra. Todas las salidas para receptáculos deben:

(1) ser del tipo con terminal de puesta a tierra;

(2) instalarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 210-7, y

(3) ser sencillos o dobles, de 15 A o 20 A, 120 V o 127 V y aceptar clavijas de espigas paralelas, excepto cuando se alimenten aparatos electrodomésticos específicos.

b) Interruptores de circuito por falla a tierra. Todas las salidas para receptáculo monofásicas de 120 V o 127 V, 15 A y 20 A instaladas en exteriores y en baños, incluyendo los receptáculos para alumbrado, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas. Estos deben proveerse para cada salida para receptáculo localizado a menos de 1,8 m de cualquier lavabo o inodoro.

Excepción: Receptáculos instalados para aparatos electrodomésticos en espacios dedicados, tales como lavavajillas, trituradoras de desperdicios, refrigeradores, congeladores, lavadoras y secadoras.

No se requieren receptáculos en áreas ocupadas por inodoros, regaderas, tinas o cualquier combinación de éstas. Si se requiere instalar un receptáculo en tales áreas, éste debe tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

Se permite que los alimentadores de los circuitos derivados estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra, en lugar de lo previsto para los interruptores aquí especificados.

c) Aparato electrodoméstico fijo conectado con cordón. Se debe proveer una salida para receptáculo del tipo con terminal de puesta a tierra para cada aparato electrodoméstico fijo conectado con cordón.

d) Salidas requeridas para receptáculos. Se deben proveer salidas para receptáculos en todos los cuartos que no sean baños, armarios o estancias, de tal modo que ningún punto a lo largo de una línea recta

en el piso, esté a más de 1,8 m medidos horizontalmente, desde cualquier salida en tal espacio. Los espacios ocupados por mostradores y mesas de trabajo deben tener receptáculos a cada 1,8 m. Se permite la medición contigua de la línea del piso y el mostrador o mesa de trabajo, cuando sea medida a partir del receptáculo requerido, en los cuartos que requieran circuitos para aparatos electrodomésticos pequeños. Las salidas para receptáculos en circuitos de aparatos electrodomésticos pequeños no se deben incluir en la determinación del espaciamiento de salidas para receptáculos de otros circuitos.

Excepción 1: Cuando la distancia medida está interrumpida por una puerta interior, fregadero, refrigerador, estufa, horno u otros equipos de cocina, se debe proveer una salida adicional para receptáculo si el espacio interrumpido es cuando menos de 60 cm de ancho en la línea del piso o cuando menos de 30 cm en la parte superior del mostrador o mesa de trabajo.

Excepción 2: Los receptáculos que resulten de difícil acceso debido a aparatos electrodomésticos estacionarios, no deben considerarse como salidas requeridas.

Excepción 3: La distancia horizontal a lo largo del piso, ocupada por una puerta totalmente abierta, no se debe incluir para establecer la medida horizontal si el giro de la puerta está limitado a 90° porque se lo impide la pared.

Excepción 4: Se permite que los requisitos de receptáculos para mostradores tipo barra y divisiones de cuarto fijas, sean provistos con una salida para receptáculo en la pared en el punto más cercano, cuando la barra o división de cuarto se une a la pared siempre que:

a. la división no exceda de 2,5 m de longitud; y

b. la división no exceda de 1,2 m de altura, y

c. la división se fije al muro solamente en un extremo.

e) Salidas para receptáculos en exteriores. Se debe instalar al menos una salida para receptáculo en el exterior. Se debe considerar como receptáculo exterior, a una salida para receptáculo instalada en un compartimento accesible desde el exterior de la casa móvil. La salida para receptáculo en el exterior se debe proteger según se especifica en 550-8(b).

f) Salidas para receptáculos no permitidas

1) Regaderas y tinas. No se deben instalar salidas para receptáculos en o dentro de un alcance de 75 cm de una regadera o espacio de la tina.

2) Posición con el frente hacia arriba. Un receptáculo no debe estar instalado con el frente hacia arriba en cualquier mostrador o mesa de trabajo.

g) Salidas para cable de calefacción de tubería. Cuando se instale un cable de calefacción de tubería, la salida debe estar:

(1) Localizada a una distancia no mayor que 60 cm de la entrada de agua fría.

(2) Conectada a un circuito derivado interior diferente de un circuito derivado de aparatos electrodomésticos pequeños. Se permite utilizar un circuito de tomacorrientes del cuarto de baño para este propósito.

(3) En un circuito en el que todas las salidas están en el lado de carga del interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

(4) Montada en la parte inferior de la casa móvil y no se debe considerar como la salida para receptáculo exterior exigida en la Sección 550-8(e).

550-9. Luminarios y accesorios

a) Fijación de los aparatos electrodomésticos en tránsito. Se deben proveer los medios para asegurar firmemente los aparatos electrodomésticos cuando la casa móvil esté en tránsito (véase 550-11 para los requerimientos de puesta a tierra).

b) Accesibilidad. Cada aparato electrodoméstico debe estar accesible para inspección, limpieza, reparación o reemplazo sin que sea necesario quitar cualquier parte fija de la construcción.

c) Colgantes. Los luminarios de tipo colgante o cordones de tipo colgante deben estar aprobados e identificados para la conexión de los componentes del edificio.

d) Luminarios en regaderas y tinas. Cuando un luminario se instale sobre una tina o en un compartimento para la regadera, éste debe estar cerrado, con empaques y aprobado para lugares mojados.

e) Localización de interruptores. Los interruptores para un luminario en la regadera y para ventiladores de extracción localizados sobre una tina o compartimento de regadera deben estar localizados fuera del espacio de la tina o de la regadera.

550-10. Métodos de alambrado y materiales. Con excepción de las limitaciones especificadas en esta Sección los métodos de alambrado y los materiales incluidos en esta norma deben ser utilizados en casas móviles. No se permite en circuitos derivados, el uso de conductores de aluminio, aleación de aluminio o de cobre con recubrimiento de aluminio.

a) Cajas no metálicas. Se permiten cajas no metálicas únicamente con canalizaciones no metálicas o cables con cubierta no metálica.

b) Protección del cable con cubierta no metálica. El cable con cubierta no metálica instalado a 38 cm o menos por arriba del piso, si está expuesto, se debe proteger contra daño físico con paneles, bandas de resguardo o canalizaciones. El cable susceptible de dañarse en el almacenamiento debe estar protegido en todos los casos.

c) Protección de cables con cubierta metálica o no metálica. Se permite que los cables con cubierta metálica o no metálica pasen a través del centro de la parte más ancha de los montantes de 5 cm x 10 cm. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montantes de 5 cm x 5 cm o en otros, o marcos en los que el cable o armado, esté a menos de 3 cm de la superficie interior o exterior de los montantes, cuando los materiales que cubren la pared estén en contacto con aquéllos. Para proteger al cable se requieren placas de acero a cada lado del cable, o tubo de un espesor de pared no menor que 1,5 mm. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio.

d) Placas frontales metálicas. Cuando se usen placas frontales metálicas, deben estar puestas a tierra, eficazmente.

e) Requerimientos de instalación. Si una cocina, secadora de ropa u otros aparatos electrodomésticos similares, se conectan con cable con cubierta metálica o tubo (conduit) metálico flexible, se debe dejar una longitud libre de cable o de tubo (conduit) de cuando menos 90 cm, para permitir el movimiento del aparato electrodoméstico. El cable o tubo (conduit) metálico flexible debe estar asegurado a la pared. Los cables tipo dúplex no deben usarse para conectar una cocina o una secadora. Esto no prohíbe el uso del cable tipo dúplex entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y la caja de conexiones, o el receptáculo de la cocina o la secadora.

f) Canalizaciones. Cuando un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado termine en una envolvente con una conexión con contratuerca y boquilla (monitor), se deben proveer dos contratuercas, una en el interior y otra en el exterior de la envolvente. Se permite el uso de tubo (conduit) no metálico tipo pesado o ligero. Todos los extremos cortados de tubo (conduit) deben escarearse o darle un acabado para eliminar los filos cortantes.

g) Interruptores. Los interruptores deben tener las capacidades siguientes:

1) Para los circuitos de alumbrado, los interruptores deben tener una capacidad nominal no menor que 10 A, a 120 V o 127 V y en ningún caso menor que la carga conectada.

2) Para motores u otras cargas, los interruptores deben tener una capacidad en corriente eléctrica o potencia, o ambas, adecuada a la carga controlada. (Se permite un interruptor de acción rápida (por resorte) de uso general en c.a. para controlar un motor de 1 492 W (2 CP) o menos con una corriente eléctrica a plena carga no mayor que 80% del valor nominal en corriente eléctrica del interruptor).

h) Alambrado bajo el chasis (expuesto a la intemperie)

1) Cuando el alambrado de líneas de tensión eléctrica sea exterior o debajo del chasis (120 V o mayor) y esté expuesto a la humedad o a daño físico, éste debe estar protegido con tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado. Los conductores deben ser adecuados para lugares mojados.

Excepción: Se permite tubo (conduit) metálico tipo ligero o no metálico tipo pesado cuando en su recorrido esté apoyado en estructuras y cajas de equipo.

2) Los cables o conductores deben ser de los tipos NMC, THW o equivalente.

i) Cajas, accesorios y gabinetes. Las cajas, accesorios y gabinetes deben estar firmemente asegurados en su lugar y deben estar apoyados a un miembro estructural de la casa, directamente o utilizando un refuerzo resistente.

Excepción: Cajas tipo de fijación rápida (por resorte). Las cajas que están provistas con soportes especiales para pared o plafón y los artefactos eléctricos con cajas integrales, que pueden asegurarse firmemente a las paredes o al plafón, y que estén marcados para ese uso, se permiten sin soportarse de un

miembro estructural o soporte. La prueba y aprobación debe incluir a los sistemas de construcción de paredes y plafones para los cuales las cajas y dispositivos son destinados a ser utilizados.

j) Conexiones terminales de aparatos electrodomésticos. Los aparatos electrodomésticos que tengan conexiones terminales de un circuito derivado que opere a temperaturas mayores a 60°C, deben tener conductores de circuito que cumplan con lo indicado en los incisos siguientes:

1) Se permite que los conductores de circuitos derivados que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que sean sometidos, entren directamente al aparato electrodoméstico.

2) Los conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a que son sometidos, deben ir desde la conexión terminal del aparato electrodoméstico hasta una caja de salida de fácil acceso, colocada cuando menos a 30 cm del aparato electrodoméstico. Estos conductores deben estar en una canalización adecuada, la cual se debe extender cuando menos 1,2 m.

k) Conexión de componentes. Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado, deben estar aprobados e identificados para la conexión de los componentes del edificio. Los accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a la corriente eléctrica de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos durante el transporte de la casa móvil.

550-11. Puesta a tierra. La puesta a tierra de las partes metálicas eléctricas y no eléctricas en una casa móvil debe hacerse a través de la conexión a una barra de puesta a tierra en el tablero de distribución de la casa. La barra de puesta a tierra debe conectarse a tierra utilizando un conductor con aislamiento de color verde del cordón de suministro o del alambrado del alimentador a la puesta a tierra de la acometida, instalado en el equipo de acometida, localizado adyacente al lugar de la casa móvil. Ni la estructura de la casa móvil, ni la carcaza de cualquier aparato eléctrico, deben conectarse al conductor de circuito puesto a tierra (neutro) en la casa móvil.

a) Neutro aislado

1) El conductor puesto a tierra (neutro), debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra y de las cajas de los equipos y de otras partes puestas a tierra. Las terminales del neutro en el tablero de distribución y en estufas portátiles, secadoras de ropa, cocinas unitarias para mostrador o mesas de trabajo y hornos montados en la pared, deben aislarse de las cajas de equipo. Los tornillos, cintas o barras de unión en el tablero de distribución o en aparatos electrodomésticos deben ser retirados y desechados.

2) Las conexiones de estufas y secadoras de ropa a 120 V o 220Y/127 V de tres hilos, se debe hacer con un cordón de cuatro conductores y una clavija con terminal de puesta a tierra de tres polos cuatro hilos, o por cables tipo AC, MC, o con conductores dentro de tubo (conduit) metálico flexible.

b) Medio de puesta a tierra de equipo

1) El conductor aislado de color verde en el cordón de suministro o en el alambrado alimentador permanente, debe estar conectado a la barra de puesta a tierra del tablero de distribución o de los medios de desconexión.

2) En el sistema eléctrico, toda parte metálica expuesta, caja, estructura, tapas ornamentales de luminarios y similares, deben estar unidas efectivamente a la terminal de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución.

3) Los aparatos electrodomésticos conectados con cordón, tales como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores y los sistemas eléctricos de las estufas de gas y similares, deben estar puestos a tierra por medio de un cordón con conductor de puesta a tierra y una clavija con terminal de puesta a tierra.

c) Unión de partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica

1) Toda parte metálica expuesta no portadora de corriente eléctrica, y que puede estar energizada debe estar unida en forma efectiva a la terminal de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución. Se debe conectar un conductor de unión entre el tablero de distribución y alguna terminal accesible en el chasis.

2) Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobadas como conectores a compresión adecuados para el tamaño del conductor utilizado. El conductor de unión debe ser alambre o cable cableado, aislado o desnudo y de cobre de tamaño nominal no menor que 8,37 mm^2 (8 AWG). El conductor de unión se debe instalar de tal manera que no quede expuesto a daño físico.

3) La tubería metálica de gas, agua, desagüe y los ductos metálicos de circulación de aire se consideran unidos si están conectados a la terminal en el chasis (véase 550-11(c)(1)) para abrazaderas, conectores sin soldadura o para cintas del tipo de puesta a tierra.

4) Cualquier techo metálico o cubierta exterior se considera unido si:

(a) las láminas metálicas están traslapadas entre sí y están firmemente aseguradas a las partes estructurales de madera o metal con sujetadores metálicos y

(b) si la parte inferior de la lámina de la cubierta metálica exterior se asegura por medio de sujetadores metálicos en cada miembro de cruce del chasis por dos cintas metálicas por unidad de casa móvil o sección en los extremos opuestos.

El material de la cinta de unión debe ser de un ancho mínimo de 10 cm y de material equivalente al del techo o de un material de conductividad eléctrica igual o mejor. La cinta debe fijarse con un accesorio que penetre la pintura, tal como tornillos o arandelas con puntas en forma de estrella o su equivalente.

550-12. Pruebas

a) Prueba de rigidez dieléctrica. El alambrado de cada casa móvil debe ser sometido a una prueba de rigidez dieléctrica de 900 V durante un minuto (con todos los desconectadores cerrados), que se aplique entre las partes vivas (incluyendo el neutro) y la tierra de la casa móvil. Alternativamente, se permite que la prueba se ejecute a 1 080 V durante un segundo. Esta prueba se debe hacer después de que los circuitos derivados estén terminados y que los equipos de alumbrado y aparatos electrodomésticos han sido instalados.

Excepción: Los equipos de alumbrado y aparatos electrodomésticos que estén aprobados no requieren ser sometidos a la prueba de rigidez dieléctrica.

b) Pruebas de continuidad, operación y verificación de la polaridad. Cada casa móvil debe ser sujeta a todo lo siguiente:

1) una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes expuestas eléctricamente conductoras están unidas apropiadamente;

2) una prueba de operación eléctrica, para demostrar que todo el equipo, con excepción de calentadores de agua y hornos eléctricos, estén conectados y operen adecuadamente, y

3) una verificación de la polaridad eléctrica del equipo permanentemente alambrado y de las salidas para receptáculos para determinar que las conexiones se han realizado apropiadamente.

550-13. Cálculos. El siguiente método debe ser empleado para calcular la carga del cordón de suministro y del tablero de distribución para cada conjunto alimentador, para cada casa móvil, en lugar del procedimiento indicado en el Artículo 220 y debe basarse en una alimentación de 120/240 V o 220Y/127 V, tres hilos, con cargas de 120 V o 127 V balanceadas entre dos fases de un sistema de tres hilos.

a) Carga de alumbrado y de aparatos electrodomésticos pequeños

Volt-Ampere para alumbrado: Se consideran 32,2 VA/m^2 x longitud x ancho = VA de alumbrado.

Volt-Ampere para aparatos electrodomésticos pequeños: Se consideran 1500 VA por cada circuito de receptáculos para aparatos electrodomésticos de 20 A (véase la definición de aparato electrodoméstico portátil) incluyendo 1500 VA para el circuito de lavandería, es decir:

Número de circuitos x 1500 = VA de aparatos electrodomésticos pequeños.

Total = VA de alumbrado + VA de aparatos electrodomésticos pequeños.

Los primeros 3 000 VA se consideran a 100% y para el resto de la carga se considera un factor de 35% = _____ VA que se dividen entre 220 V o 240 V para obtener los amperes por fase.

b) Carga total para determinar el suministro de energía. La carga total para determinar el suministro de energía es la suma de:

1) La carga de alumbrado y de aparatos electrodomésticos pequeños calculada según lo establecido en 550-13(a).

2) Los A de la placa de datos de motores, calentadores y otras cargas (extractores, equipos de aire acondicionado, calefacción eléctrica, de gas o combustible).

Se omiten las cargas más pequeñas de calefacción o enfriamiento, excepto cuando el ventilador se use como evaporador del aparato del aire acondicionado. Cuando no esté instalado un equipo de aire acondicionado y se provea un cordón de suministro de energía de 40 A, se debe dejar una reserva de 15 A para aire acondicionado por fase.

3) 25% de la corriente eléctrica del motor mayor.

4) Los amperes de la placa de datos de un triturador de desperdicios, lavavajillas, calentador de agua, secadora de ropa, horno de pared y cocinetas.

Cuando el número de estos aparatos es mayor que tres, aplicar un factor de 75% sobre el total.

5) Calcular los amperes para estufas y hornos integrados (distintas a los hornos y cocinetas) al dividir entre 220 V o 240 V los valores indicados a continuación:

Potencia en la placa de datos (W)	Volt-Ampere a usar (VA)
0 hasta 10 000	80% de la potencia nominal
De 10 001 a 12 500	8 000
De 12 501 a 13 500	8 400
De 13 501 a 14 500	8 800
De 14 501 a 15 500	9 200
De 15 501 a 16 500	9 600
De 16 501 a 17 500	10 000

6) Si existen salidas o circuitos para aparatos electrodomésticos distintos de los instalados en fábrica, debe incluirse la carga estimada.

Véase a continuación un ejemplo de aplicación de estos cálculos.

Ejemplo:

Una casa móvil de 20 m x 3 m y con dos circuitos para aparatos, un calentador de 1 000 VA a 220 V, un extractor de aire de 200 VA a 127 V, un lavavajillas de 400 VA a 127 V y una estufa eléctrica de 6000 VA a 220 V.

Carga para alumbrado y aparatos electrodomésticos pequeños:

Alumbrado: 20 x 3 x 32,2 VA/m^2	1932 VA
Aparatos electrodomésticos pequeños 1500 x 2	3 000 VA
Lavandería 1500 x 1	1500 VA
Subtotal	**6 432 VA**
Los primeros 3 000 VA a 100%	3 000 VA
Resto a 35% (6 432 - 3 000) X 0,35	1 201 VA
Subtotal	**4201 VA**

4201 VA / 220 V = 19,09 A por fase

	Carga por fase (A)	
	A	B
Alumbrado y aparatos electrodomésticos	19,09	19,09
Calentador 1 000 VA / 220 V =	4,54	4,54
Extractor de aire 200 VA / 127 V =	1,57	
Lavavajillas 400 VA / 127 V =		3,15
Estufa 6000 VA X 0,8 / 220 V =	21,82	21,82
Carga total por fase	47,02	48,60

c) Método opcional para cálculo de la carga para alumbrado y para aparatos electrodomésticos. Para remolques estacionados se permite el método opcional para calcular la carga para alumbrado y aparatos electrodomésticos mostrado en 220-30 y Tabla 220-30.

550-14. Conexión de unidades de casas móviles de sección múltiple. Se deben usar métodos de alambrado aprobados de tipo fijo, para unir partes de un circuito que debe estar unido eléctricamente y que está localizado en secciones adyacentes de casas móviles, después de que la casa sea instalada sobre su

cimentación de soporte. Las uniones de los circuitos deben estar accesibles para desarmarse cuando la vivienda se prepare para su reubicación.

550-15. Salidas, luminarios, equipo de enfriamiento de aire y similares en exteriores

a) Aprobado para uso en exterior. Los luminarios y equipo en exteriores deben ser del tipo aprobado para uso en exteriores. Las salidas para receptáculos y otras salidas instaladas en el exterior deben ser del tipo con tapa y empaque, adecuadas para uso en lugares mojados.

b) Equipos de calefacción y/o de aire acondicionado en exteriores. Un circuito derivado de una casa móvil para alimentar salidas de equipo de calefacción y/o de aire acondicionado localizados en el exterior, diferentes a equipo de aire acondicionado tipo ventana, debe tener sus conductores terminados en una caja registro de salida aprobada, o en un medio de desconexión localizado en el exterior de la casa móvil. Se debe fijar una etiqueta permanentemente adyacente a la caja de salida, que contenga la siguiente información:

ESTA CONEXION ES PARA EQUIPO DE CALEFACCION Y/O DE AIRE ACONDICIONADO.

EL CIRCUITO DERIVADO TIENE UNA CAPACIDAD MAXIMA DE _____ A, PARA _____ V, 60 Hz.

LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR ES DE _____ A

Los medios de desconexión deben estar ubicados a la vista del equipo.

En los espacios en blanco se deben indicar los valores nominales de tensión y corriente eléctricas. La etiqueta debe tener un espesor no menor que 0,5 mm y estar grabada en bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o recubierto o su equivalente. Las dimensiones mínimas de la etiqueta deben ser de 7,5 cm x 4,5 cm.

C. Acometida y alimentadores

550-21. Sistemas de distribución. El sistema eléctrico secundario de distribución para el estacionamiento de las casas móviles hacia los lotes de las casas móviles debe ser monofásico, de tensión eléctrica nominal de120/240 V o 220Y/127 V. Para los fines de esta Parte C, cuando la acometida para el estacionamiento sea mayor que 240 V nominal, los transformadores y los tableros de distribución secundaria deben ser tratados como acometidas.

550-22. Factores de demanda mínimos permisibles. Los sistemas eléctricos de alambrado para estacionamientos de casas móviles deben estar calculados (a 220Y/127V) con base en el mayor que:

(1) 16 000 VA para cada lote de la casa móvil, o

(2) la carga calculada de acuerdo con lo indicado en 550-13 para la casa móvil típica más grande que cada lote acepte.

Se permite calcular la carga de la acometida o de los alimentadores de acuerdo con la Tabla 550-22. No se permite ningún factor de demanda para cualquier otra carga, con excepción de lo indicado en esta norma.

Los conductores de la acometida y los alimentadores para una casa móvil deben cumplir con lo establecido en la Sección 310-15(d).

TABLA 550-22.- Factores de demanda para conductores de entrada de acometida y alimentadores

Número de casas móviles	Factor de Demanda
1	100
2	55
3	44
4	39
5	33
6	29

7 a 9	28
10 a 12	27
13 a 15	26
16 a 21	25
22 a 40	24
41 a 60	23
más de 60	22

550-23. Equipo de acometida de la casa móvil

a) Ubicación. El equipo de acometida de una casa móvil debe estar localizado adyacente a ésta y no instalada dentro o sobre la casa móvil. El equipo de acometida debe colocarse a la vista y a una distancia no mayor que 10 m de la pared exterior de la casa móvil a la que sirve. Se permite que el equipo de acometida esté ubicado en otro lugar del predio, siempre que haya un medio de desconexión adecuado para el equipo de acometida, ubicado al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 10 m de la misma. La puesta a tierra en el medio de desconexión debe estar de acuerdo con la Sección 250-24.

(b) Equipo de acometida de casas prefabricadas. Se permite que el equipo de acometida esté instalado dentro o sobre una casa prefabricada, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que la casa prefabricada esté asegurada a un cimiento permanente que cumple con los códigos de construcción aplicables.

(2) Que el equipo de acometida esté instalado de modo aceptable para la persona calificada.

(3) Que la instalación del equipo de acometida cumpla lo establecido en el Artículo 230.

(4) Que existan medios para conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra al equipo de la acometida, y para llevarlo por fuera de la estructura.

c) Capacidad nominal. El equipo de acometida de la casa móvil debe tener una capacidad nominal no-menor que 100 A en 220Y/127 V y estar provisto para la conexión de un conjunto alimentador para casa móvil mediante un método de alambrado permanente. Las salidas de fuerza utilizadas como equipo de acometida de casas móviles también están permitidas para contener receptáculos hasta de 50 A, con la protección adecuada contra sobrecorriente. Los receptáculos de 50 A deben cumplir con la configuración indicada en la Figura 550-5(c).

NOTA: Para información adicional sobre la configuración de los receptáculos y clavijas de 50 A, véase el Apéndice B2.

d) Equipo eléctrico adicional en exteriores. El equipo de acometida de la casa móvil debe también contener los medios para la conexión de un edificio o estructura accesoria de una casa móvil o equipo eléctrico adicional ubicado fuera de la casa móvil mediante un método de alambrado fijo.

e) Receptáculos adicionales. Se permiten receptáculos adicionales para la conexión de equipo eléctrico situado fuera de la casa móvil, tales receptáculos deben ser de 120 V o 127 V, monofásicos, de 15 A y 20 A, y deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

f) Altura de montaje. Los medios de desconexión exteriores para las casas móviles deben estar ubicados de forma que las envolventes que los contengan estén a no menos de 60 cm sobre el nivel del piso terminado o plataforma de trabajo. Los medios de desconexión deben estar instalados de tal manera que el centro de la palanca de operación manual, cuando está en su posición más alta, esté a no más de 2 m sobre el nivel del piso terminado o plataforma de trabajo.

g) Marcado. Cuando un receptáculo a 120 V o 220Y/127 V se use en un equipo de acometida de una casa móvil, éste debe estar marcado con la siguiente leyenda:

"Desconecte el desconectador o interruptor automático antes de insertar o retirar la clavija.

La clavija debe estar completamente insertada o retirada".

El marcado debe estar localizado en un lugar visible sobre el equipo de acometida, junto al receptáculo.

550-24. Alimentador

a) Conductores alimentadores. Los conductores alimentadores de la casa móvil deben constar de un cordón aprobado, instalado de fábrica de acuerdo con lo indicado en 550-5(b), o un alimentador instalado permanentemente que conste de cuatro conductores, aislados, codificados por colores, los cuales deben estar

identificados por un marcado de fábrica o en campo de acuerdo con lo indicado en 310-12. Los conductores de puesta a tierra de equipo no se deben identificar con franjas en el aislamiento.

Excepción: Cuando el alimentador para una casa móvil se instale entre la acometida y un medio de desconexión de la casa móvil como lo indica la Sección 550-23(a), se permite omitir el conductor de puesta a tierra de equipo, cuando el conductor puesto a tierra del circuito es puesto a tierra en los medios de desconexión como se requiere en 250-24(a).

b) Capacidad adecuada del alimentador. Los conductores del circuito alimentador de un lote para casa móvil, deben tener la capacidad adecuada para las cargas que alimenten y no menor que 100 A en 120/240 V o 220Y/127 V.

ARTICULO 551-VEHICULOS DE RECREO Y SUS ESTACIONAMIENTOS

A. Disposiciones generales

551-1 Alcance. Las disposiciones de este Artículo cubren los conductores y equipos eléctricos instalados dentro o sobre vehículos de recreo, los conductores que conectan vehículos de recreo a una fuente de suministro de electricidad y la instalación del equipo y los dispositivos relacionados con instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento de vehículos de recreo.

551-2 Definiciones (Véase el Artículo 100 para otras definiciones)

Aparato electrodoméstico estacionario. Un aparato electrodoméstico que no se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro en uso normal.

Aparato electrodoméstico fijo. Un aparato electrodoméstico que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio específico.

Aparato electrodoméstico portátil. Un aparato electrodoméstico que se mueve o puede ser fácilmente trasladado de un lugar a otro en uso normal.

NOTA: Para los propósitos de este Artículo, los siguientes aparatos electrodoméstico, se consideran portátiles si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, cocinas de gas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin equipos de secado u otros aparatos similares.

Baja tensión. Fuerza electromotriz de 24 V nominal o menos, suministrada desde un transformador, rectificador o batería.

Casa rodante. Vehículo diseñado para proveer alojamiento temporal para recreación, acampar o viajar, construido sobre, o unido permanentemente al chasis de un vehículo con motor de propulsión propia o a un chasis de un camión que es parte integral del vehículo completo (Véase Vehículo de recreo).

Conductores del circuito alimentador para el sitio de vehículos de recreo. Los conductores que van desde el equipo de acometida del estacionamiento al equipo de acometida del sitio de vehículos de recreo.

Cajón para vehículos de recreo. Es el área destinada para la ubicación de un vehículo de recreo.

Camión o camioneta para acampar. Unidad portátil construida para proporcionar alojamiento temporal para recreo, viajar o acampar y que consiste en un techo, piso y paredes, diseñado para ser montado y desmontado del cajón de un camión o camioneta de carga (véase Vehículos de recreo).

Conjunto alimentador. Los conductores, incluyendo los conductores de fase o los puestos a tierra, y conductores de puesta a tierra de equipo, conectores, clavijas y todos los demás accesorios, soportes aislantes para cables o dispositivos instalados con el propósito de llevar energía desde la fuente de suministro eléctrico hasta el panel de distribución dentro del vehículo de recreo.

Estacionamiento para vehículos de recreo. Un área de terreno sobre la cual dos o más vehículos de recreo se sitúan, establecen o se mantienen para ocupación de vehículos de recreo del público en general como lugar de alojamiento temporal para propósito de recreación o vacaciones.

Estructura. Riel de chasis y cualquier aditamento de metal soldado al mismo, con un espesor de 1,5 mm o mayor.

Equipo de acometida del sitio de vehículos de recreo. El equipo necesario, usualmente una salida de energía, consistente de un interruptor automático o interruptor con fusibles y sus accesorios, localizados cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación al sitio del vehículo de recreo, con la finalidad de constituir el medio de desconexión para el suministro de dicho sitio.

Equipo de aire acondicionado o de climatización. Todo equipo destinado o instalado con el fin de procesar el tratamiento del aire para controlar simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, con objeto de cumplir con los requisitos del espacio acondicionado.

Frente muerto. (Aplicado a desconectadores, interruptores automáticos, tableros de alumbrado y control y tableros de distribución). Diseñado, construido e instalado de forma que no estén expuestas en el frente las partes que no transporten normalmente corriente eléctrica.

Medio de desconexión. Equipo que usualmente consta de un interruptor automático o un desconectador y fusibles y sus accesorios, colocado cerca de la acometida en un vehículo de recreo y destinado a ser el medio de desconexión de la energía del vehículo de recreo.

Convertidor. Dispositivo que cambia la energía eléctrica de una forma a otra, como por ejemplo de corriente alterna (c.a.) a corriente continua (c.c.).

Remolque para acampar. Vehículos portátiles montados sobre ruedas y construidos con paredes laterales hechas de paneles desmontables, que pueden plegarse para ser remolcados por otros vehículos y desplegarse en el campamento para proporcionar alojamiento al viajar o acampar (véase vehículos de recreo).

Remolque para viajes. Un vehículo sobre ruedas diseñado y construido principalmente para proporcionar alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar, de un tamaño y masa tales que no requiera permiso especial para circular en autopistas cuando es remolcado por un vehículo de motor y que tenga un área para vivienda menor que 30 m^2 (véase vehículos de recreo).

Sitio para vehículos de recreo. Un área de terreno dentro de un estacionamiento para vehículos de recreo destinado para el acomodo de cualquier vehículo de recreo, tiendas de campaña u otras unidades individuales para acampar en forma temporal.

Transformador. Dispositivo que eleva o disminuye la tensión eléctrica en c.a. de la fuente original.

Tablero de distribución (para vehículos de recreo). Un tablero o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en un solo tablero, incluyendo barras, con o sin dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente para controlar los circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza de pequeñas capacidades individuales o conjuntas; diseñados para colocarse en un gabinete o en una caja para cortacircuitos colocada dentro o contra una pared o división, y accesible únicamente desde el frente.

Vehículo de recreo. Tipo de vehículo diseñado principalmente como alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar, ya sea que tenga su propia fuerza motriz o esté montado sobre o remolcado por otro vehículo. Los tipos principales son: remolque para viajes, remolque para acampar, camión o camioneta para acampar y casa rodante.

551-3. Otros Artículos. Cuando los requisitos de otros Artículos de esta norma y el Artículo 551 difieran, se deben aplicar los requisitos del Artículo 551.

551-4. Requisitos generales

a) No incluidos. Un vehículo de recreo que no se utilice para los propósitos definidos en 551-2, no es necesario que cumpla con las disposiciones de la parte A, relacionadas con el número o la capacidad de los circuitos requeridos. Sin embargo, si el vehículo de recreo está provisto con una instalación eléctrica que debe estar alimentada por un sistema de c.a. de tensión eléctrica nominal de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V, debe cumplir con todos los demás requisitos aplicables de este Artículo.

b) Sistemas. Este Artículo cubre los sistemas de batería y otros de baja tensión (24 V o menos), combinación de sistemas eléctricos, instalación de generadores y sistemas nominales de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V.

B. Sistemas de baja tensión

551-10. Sistemas de baja tensión

a) Circuitos de baja tensión. Los circuitos de baja tensión ensamblados e instalados por el fabricante del vehículo de recreo, que no sean los que estén relacionados con el funcionamiento propio del vehículo motorizado o sus extensiones, deben someterse a las disposiciones de esta norma.

b) Alambrado de baja tensión

1) Se deben usar conductores de cobre para circuitos de baja tensión.

Excepción: Se permite utilizar el chasis o estructura de metal como vía de retorno a la fuente de suministro.

2) Los conductores deben cumplir con los requerimientos para conductores del tipo HDT, SGT, SGR, SXL, GXL o deben tener un aislamiento de acuerdo con lo indicado en la Tabla 310-13 o su equivalente. Los conductores de tamaño nominal de 13,3 mm^2 (6 AWG) hasta 0,824 mm^2 (18 AWG) deben estar aprobados.

NOTA: Para información adicional sobre los tipos GXL, HDT y SXL, véase el Apéndice B2.

3) Los monoconductores para baja tensión deben ser del tipo cableado.

4) Todos los conductores de baja tensión aislados deben estar marcados sobre su superficie a intervalos no mayores a 0,30 m como sigue:

a. Los conductores aprobados deben estar marcados según sea requerido por las normas del producto.

b. Los conductores de uso tipo automotor deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, la designación, la especificación y el tamaño nominal del conductor.

c. Otros conductores deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, temperatura de operación, tamaño nominal del conductor, material del conductor y espesor del aislamiento.

5) Los conductores deben tener un aislamiento como mínimo para 90ºC en instalaciones interiores y 125ºC para todo el alambrado del compartimiento del motor, o instalaciones bajo el chasis, cuando los conductores estén ubicados a menos de 45 cm de cualquier componente del sistema de escape de la máquina de combustión interna.

c) Métodos de alambrado para baja tensión

1) Los conductores deben protegerse contra daño físico y deben estar soportados firmemente. Cuando los conductores aislados se fijen con abrazaderas a la estructura, el aislamiento del conductor debe estar reforzado con una cubierta, o una capa de material equivalente, a excepción de los cables con cubierta reforzada, los cuales no necesitan estar protegidos de esta forma. El alambrado debe instalarse lejos de filos cortantes, partes móviles o fuentes de calor.

2) Los conductores deben estar unidos o empalmados por medio de dispositivos de empalme que proporcionen una conexión segura, o por soldadura con bronce o un metal o aleación fundible. Los empalmes soldados, primero deben ser unidos o empalmados de manera que sean mecánica y eléctricamente seguros sin soldadura, y luego deben soldarse. Todas las uniones, empalmes y terminales desnudas de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores.

3) Los circuitos de baterías y de c.c. deben estar separados físicamente de los circuitos alimentados por una fuente de energía distinta por lo menos con 13 mm u otros medios aprobados. Los métodos aprobados deben hacerse mediante abrazaderas, selección de trayectoria o medios equivalentes que aseguren una separación total y permanente. Cuando se crucen circuitos de diferentes fuentes de energía, la cubierta externa de los cables con cubierta no metálica debe considerarse como una separación adecuada.

4) Las conexiones a tierra al chasis o estructura deben estar aseguradas mecánicamente en un sitio accesibles. Las conexiones a tierra se deben hacer por medio de conductores de cobre y terminales de aleación de cobre del tipo sin soldadura, identificados para el tamaño del conductor utilizado. Las superficies de contacto de las terminales de puesta a tierra deben estar limpias y libres de óxido o pintura, y deben ser conectadas eléctricamente utilizando roldanas de presión dentadas externa e internamente de cadmio, de estaño o galvanizadas o mediante terminales de anillo de retén. Las terminales de puesta a tierra conectadas mediante tornillos, remaches o pernos, tuercas y roldanas de presión deben ser de cadmio, de estaño o galvanizadas; pero se permite que los remaches sean de aluminio no anodizado cuando se instalen en estructuras de aluminio.

5) La terminal de puesta a tierra del chasis de la batería debe estar unido al chasis del vehículo mediante con un conductor de cobre de tamaño nominal mínimo de 8,37 mm^2 (8 AWG). En caso de que el conductor de energía de la batería exceda el tamaño nominal de 8,37 mm^2 (8 AWG), entonces el conductor de unión debe ser del mismo tamaño nominal.

d) Instalación de baterías. Las baterías que deben cumplir con los requerimientos de esta norma, se deben asegurar firmemente al vehículo e instalarse en un área hermética al vapor hacia el interior del vehículo

y directamente ventilada hacia el exterior de éste. Cuando las baterías estén instaladas en un compartimento, éste debe estar ventilado por medio de aberturas que tengan un área mínima de 11 cm^2, tanto en la parte superior como inferior. Cuando las puertas del compartimento estén equipadas con ventilación, las aberturas deben estar a no más de 50 mm de la parte superior como inferior. Las baterías no deben instalarse en compartimentos que contengan equipos que produzcan chispas o flamas, pero se pueden instalar en el compartimento del generador del vehículo, si la fuente de carga proviene únicamente del generador del vehículo.

e) Protección contra sobrecorriente

1) El alambrado del circuito de baja tensión debe estar protegido con dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad que no exceda la capacidad de conducción de corriente de los conductores de cobre, según se indica en la tabla siguiente:

TABLA 551-10(e)1.- Protección contra sobrecorriente en baja tensión

Tamaño nominal del conductor		Capacidad de conducción de corriente (A)	Tipo de conductor
mm^2	AWG		
0,824	18	6	Solamente cable
1,31	16	8	Solamente cable
2,08	14	15	Cable o alambre
3,31	12	20	Cable o alambre
5,26	10	30	Cable o alambre

2) Los interruptores automáticos o fusibles deben ser de un tipo aprobado, incluyendo los del tipo automotor. Los portafusibles deben estar claramente marcados con el tamaño máximo del fusible y protegidos contra cortos y daño físico, por una cubierta o medio equivalente.

NOTA: Para información adicional sobre fusibles, véase el Apéndice B2.

3) Los aparatos electrodomésticos de c.c. y alto consumo de corriente eléctrica, tales como: bombas, compresores, ventiladores, calentadores y aparatos electrodomésticos similares impulsados por motor, deben estar instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los motores que son controlados por des automáticos o por des de enclavamiento manual deben estar protegidos de acuerdo con lo indicado en 430-32(c).

4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe instalarse en un lugar accesible del vehículo, a no más de 45 cm del punto donde se conecte el suministro de energía a los circuitos del vehículo. Si se localiza fuera del vehículo de recreo, el dispositivo debe estar protegido contra la intemperie y contra daño físico.

Excepción: Se permite que el suministro externo de baja tensión tenga fusibles a no más de 45 cm después de entrar al vehículo o después de salir de una canalización metálica.

f) Des. Los des deben tener una capacidad en c.c. no menor que la de la carga conectada.

g) Luminarios. Todos los luminarios interiores de baja tensión clasificados para más de 4 W, que utilicen lámparas clasificadas para más de 1,2 W, deben estar aprobados.

h) Receptáculos para encendedores de cigarros. Los receptáculos de 12 V que acepten y energicen encendedores para cigarros, deben estar instalados en cajas de salida no combustibles o el ensamble debe estar identificado por el fabricante del producto como protegido térmicamente.

C. Sistemas eléctricos combinados

551-20. Sistemas eléctricos combinados

a) Disposiciones generales. Se permite que el alambrado de vehículos para conexión a una batería o a una fuente de c.c., se conecte a una fuente de 120 V o 127 V, siempre y cuando el sistema completo de alambrado y el equipo tengan la capacidad y cumplan completamente con los requisitos de las partes A, C, D, E y F de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 V o 127 V. Los circuitos alimentados en c.a. por un transformador no deben alimentar aparatos electrodomésticos de c.c.

b) Convertidores (de 120 V c.a. o 127 V a.c., a baja tensión en corriente continua). El lado del convertidor de 120 V c.a. o 127 V c.a debe estar alambrado en completa conformidad con los requisitos de las partes A, C, D, E y F de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 V o 127 V.

Excepción: No están sujetos a lo indicado anteriormente, los convertidores suministrados como parte integral de un aparato electrodoméstico aprobado.

Todos los convertidores y transformadores deben ser aprobados para uso en vehículos de recreo, y diseñados o equipados para proporcionar protección contra altas temperaturas. Para determinar la capacidad nominal de los convertidores, se debe aplicar la siguiente fórmula a la carga total conectada, incluyendo el régimen promedio de carga de la batería de todos los equipos de 12 V.

Los primeros 20 A de la carga a 100%, más

Los segundos 20 A de la carga a 50%, más

El resto de la carga por arriba de 40 A al 25%.

Excepción: Un aparato electrodoméstico de baja tensión que es controlado por un desconectador momentáneo (normalmente abierto) que no tiene medios para mantenerse en la posición de cerrado, no debe ser considerada como una carga conectada cuando se determine la capacidad nominal del convertidor requerido. Los aparatos electrodomésticos energizados momentáneamente deben estar limitados a aquéllos utilizados para preparar la unidad para su ocupación o traslado.

c) Unión de la envolvente del convertidor de tensión. La envolvente metálica del convertidor que no está diseñada para transportar corriente eléctrica, debe ser unida a la estructura del vehículo mediante un conductor de cobre con un tamaño nominal mínimo de 8,37 mm^2 (8 AWG). Se permite que el conductor de puesta a tierra para la batería y la envolvente metálica sea el mismo conductor.

d) Artefactos, incluyendo luminarios y aparatos electrodomésticos de doble tensión. Los artefactos, incluyendo los luminarios y aparatos electrodoméstico, que tengan conexiones para 120 V o 127 V y con conexiones para baja tensión, deben ser del tipo aprobado para doble tensión.

e) Autotransformadores. No se deben usar autotransformadores.

f) Receptáculos y clavijas. Cuando un vehículo de recreo esté equipado con un sistema de c.a. de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V, o con un sistema de baja tensión, o ambos, los receptáculos y clavijas del sistema de baja tensión deben tener una configuración diferente de los sistemas de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V. Cuando un vehículo equipado con una batería o con un sistema de c.c que tiene una conexión externa para una fuente de baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita alimentación de 120 V o 127 V.

D. Otras fuentes de energía

551-30. Instalación del generador

a) Montaje. Los generadores deben estar montados de tal modo que estén unidos eficazmente al chasis del vehículo de recreo.

b) Protección del generador. El equipo debe estar instalado para asegurar que los conductores portadores de corriente procedentes del generador del motor y otra fuente de alimentación externa no sean conectados al mismo tiempo a un circuito del vehículo.

Los receptáculos usados como medios de desconexión deben estar accesibles (como se aplica a los métodos de alambrado) y ser capaces de interrumpir sus corrientes nominales sin riesgo para el operador.

c) Instalación de baterías y generadores. Las baterías y las unidades generadoras accionadas por motor de combustión interna (sometidas a los requisitos de esta norma), se deben fijar en su lugar para evitar desplazamientos por vibraciones o sacudidas en las carreteras.

d) Ventilación de los compartimentos para generadores. Los compartimentos destinados a unidades generadoras accionadas por motor de combustión interna, deben tener ventilación aprobada de acuerdo con las instrucciones suministradas por el fabricante de la unidad generadora.

NOTA: Para información adicional sobre los requisitos de construcción de los compartimentos de generadores, véase el Apéndice B2.

e) Conductores de alimentación. Los conductores de alimentación desde el generador del motor a la primera terminal en el vehículo deben ser del tipo cableado e instalados en tubo (conduit) flexible aprobado o tubo (conduit) flexible hermético a líquidos aprobado. El punto de la primera terminal debe estar:

(1) En el tablero de distribución;

(2) En una caja de conexiones con una tapa ciega;

(3) En una caja de conexiones con un receptáculo;

(4) En un desconectador de transferencia encerrado; o

(5) En un conjunto de receptáculo aprobados para su uso en conjunto con el generador.

El tablero de distribución o caja de conexiones con un receptáculo debe instalarse en el interior del vehículo y a no-más de 45 cm de la pared del compartimento, pero no dentro del compartimento. Si el generador está bajo del nivel del piso y no en un compartimento, el tablero de distribución o la caja de conexiones con el receptáculo debe ser instalada dentro del vehículo a no más de 45 cm del punto de entrada del éste. Una caja de conexiones con tapa ciega debe montarse sobre la pared del compartimento y se puede montar dentro o fuera del mismo. Un conjunto de receptáculos aprobado en conjunto con el generador debe estar montado de acuerdo con su aprobación. Si el generador está por debajo del nivel del riso y no en un compartimento la caja de conexión con la tapa ciega debe montarse en cualquier parte de la estructura del generador que lo soporta (pero no sobre el generador) o en el piso del vehículo a una distancia no mayor que 45 cm de cualquier punto directamente encima del generador en el lado interior o exterior de la superficie del piso. La protección contra sobrecorriente, de acuerdo con lo indicado en 240-3 debe ser provista para conductores de alimentación como parte integral del generador aprobado, estar ubicado a no más de 45 cm del punto de entrada al vehículo.

551-31. Fuente de alimentación múltiple

a) Fuentes de alimentación múltiple. Cuando se instale una fuente de alimentación múltiple, que conste de una fuente alterna de energía y un cordón de alimentación de energía, el alimentador de la fuente alterna de energía debe estar protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La instalación debe cumplir con lo indicado en 551-30(a) y (b), y 551-40.

b) Cálculo de cargas. El cálculo de cargas debe cumplir con lo indicado en 551-42.

c) Capacidad de fuentes de alimentación múltiples. No se requiere que las fuentes de alimentación múltiples sean de la misma capacidad.

d) Fuentes alternas de energía que exceden de 30 A. Si una fuente alterna de energía excede de 30 A, a 120 V o 127 V nominales, se permite alambrar como un sistema de 120 V o 127 V nominales, o como un sistema de 120/240 V o 127/220 V nominales, provisto con un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor apropiado instalado en el alimentador.

e) Conjunto alimentador no menor que 30 A. Se permite que un conjunto alimentador externo sea menor que la carga calculada pero no-menor que 30 A, y debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor que la capacidad del conjunto alimentador externo.

551-32. Otras fuentes. Otras fuentes de energía de c.a., tales como inversores o grupo motogenerador, deben estar aprobadas para uso en vehículos de recreo y deben estar instaladas de acuerdo con las disposiciones de su aprobación. Otras fuentes de energía de c.a. deben estar alambradas en total conformidad con los requisitos de las Partes A, C, D, E y F de este Artículo, que cubra sistemas eléctricos de 120 V o 127 V.

551-33. Restricción de la fuente alterna de energía. El equipo de transferencia, si no está integrado a la fuente de energía aprobada, debe instalarse de modo que asegure que los conductores portadores de corriente eléctrica desde otras fuentes de energía en c.a. y otra fuente alimentación externa no sean conectados al mismo tiempo al circuito del vehículo.

E. Sistemas de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V nominales

551-40. Sistemas de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V nominales

a) Requisitos generales. El equipo y materiales eléctricos de vehículos de recreo, indicados para estar conectados a un sistema de alambrado de tensión nominal de 120 V o 127 V, dos hilos con tierra, o un sistema de alambrado de tensión eléctrica nominal a 120/240 V o 127/220 V, tres hilos y tierra, deben estar aprobados e instalados de acuerdo con los requisitos de las Partes A, C, D, E y F de este Artículo.

b) Materiales y equipo. Los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos electrodomésticos, accesorios y otro equipo instalado, destinado para su uso dentro o colocados en un vehículo de recreo, deben estar aprobados. Todos los productos deben usarse sólo de la forma que han sido probados y encontrados adecuados para el uso destinado.

c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. El alambrado interno de un vehículo de recreo que tenga un solo circuito derivado de 15 A o 20 A como se permite en 551-42(a) y (b), debe tener una protección para personas por medio de un interruptor de circuito por falla a tierra. El interruptor de circuito por falla a tierra se debe instalar en el punto donde el conjunto alimentador termina dentro del vehículo de recreo. Cuando no se use un juego de cordón separado, se permite que el interruptor del circuito por falla a tierra sea

parte integral de la clavija del conjunto alimentador. El interruptor de circuito por falla a tierra también debe proporcionar protección en el caso de que se desconecte un conductor del circuito puesto a tierra, o que se intercambien los conductores del circuito, o que se presente en ambos casos.

551-41. Salidas para receptáculos requeridas

a) Espaciamiento. Las salidas para receptáculos deben instalarse con un espaciamiento sobre las paredes cada 60 cm de ancho o más, de tal manera que ningún punto a lo largo de una línea en el piso esté a más de 1,8 m, medido horizontalmente de cualquier salida en ese espacio.

Excepción 1: Areas de baños y corredores.

Excepción 2: El espacio de paredes ocupado por gabinetes de cocina, armarios, muebles para ropa, muebles empotrados y partes que estén detrás de las puertas que se puedan abrir completamente contra la superficie de la pared o instalaciones similares.

b) Ubicación. Las salidas para receptáculos deben instalarse como sigue:

1) Adyacentes a las partes altas de los mostradores de cocinas (por lo menos uno en cada lado del fregadero si la parte alta del mostrador se prolonga a ambos lados y tiene un ancho de 30 cm o más).

2) Adyacentes a espacios que alojen refrigeradores y estufas de gas; excepto cuando se instalen en fábrica un refrigerador a gas o un aparato electrodoméstico de cocina y no requieran conexión eléctrica externa.

3) Adyacentes a espacios en la parte superior de mostradores de 30 cm de ancho o más, que no estén al alcance desde un receptáculo especificado en 551-41(b)(1) por medio de un cordón de 1,8 m sin cruzar áreas de paso, aparato electrodoméstico de cocina o fregaderos.

c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. Cada salida para receptáculo monofásico de 125 V o 127 V y 15 A o 20 A, debe tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas, en los lugares siguientes:

1) Adyacentes a lavabos de los baños.

2) Donde los receptáculos están instalados para alimentar superficies de los mostradores y estén a una distancia no mayor que 1,8 m de cualquier lavabo o fregadero.

Excepción 1: Los receptáculos instalados en espacios dedicados para aparatos electrodomésticos, tales como lavavajillas, trituradores de desperdicios, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.

Excepción 2: Receptáculos sencillos para las conexiones interiores de las secciones de la habitación expandibles.

3) En el área ocupada por un sanitario, regadera, tina o cualquier combinación de ellas.

4) En el exterior del vehículo.

Excepción 3: Receptáculos desenergizados que estén a una distancia no mayor que 1,8 m de cualquier lavabo o fregadero debido a la retracción de la sección de la habitación expandible.

3) En el área ocupada por un inodoro, ducha, tina o cualquier combinación de ellos.

4) En el exterior del vehículo.

Excepción: No se exige que los receptáculos que estén ubicados en el interior de un tablero accesible, instalado fuera del vehículo para dar alimentación a un aparato electrodoméstico instalado, tengan protección de interruptor de circuito por falla tierra.

Se permite una salida para receptáculo en un luminario aprobado. No se permite instalar una salida para receptáculo en una tina, o en un compartimento combinado de tina con ducha.

d) Posición hacia arriba. Un receptáculo no debe instalarse en posición de cara arriba en ninguna parte superior de un mostrador de la cocina ni en superficies horizontales similares dentro del área habitable.

551-42. Circuitos derivados requeridos. Cada vehículo de recreo que contenga un sistema eléctrico de 120 V o 127 V debe tener uno de los circuitos siguientes:

a) Un circuito de 15 A. Un circuito de 15 A para alimentar lámparas, salidas para receptáculos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un desconectador de fusibles de 15 A, o un interruptor automático de 15 A.

b) Un circuito de 20 A. Un circuito de 20 A para alimentar lámparas, salidas para receptáculos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un desconectador de fusibles de 20 A o un interruptor automático de 20 A.

c) De dos a cinco circuitos de 15 A o 20 A. Se permite un máximo de cinco circuitos de 15 A o 20 A para alimentar lámparas, salidas para receptáculo y aparatos electrodomésticos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un tablero de distribución para una tensión máxima de 120 V o 127 V con un conjunto alimentador principal máximo de 30 A nominales. En tales sistemas no debe haber instalados más de dos aparatos electrodomésticos de 120 V o 127 V controlados termostáticamente (por ejemplo, un acondicionador aire y calentador de agua) a menos que se utilicen dispositivos de conmutación para aislamiento físico de los aparatos electrodomésticos, de los sistemas de administración de la energía o por otro método similar.

Excepción: Se permiten circuitos adicionales de 15 A o 20 A cuando sea empleado dentro del sistema, un sistema administrador de energía aprobado, con capacidad máxima nominal de 30 A.

NOTA: Véase 210-23(a) para cargas permitidas. Véase 551-45(c) para los requisitos de desconexión principal y protección contra sobrecorriente.

d) Más de cinco circuitos sin un sistema administrador de energía aprobado. Un conjunto alimentador de 50 A, 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V debe ser utilizado cuando se emplean seis o más circuitos. La distribución de carga debe asegurar un razonable balanceo de corrientes entre fases.

551-43. Protección de circuitos derivados

a) Capacidad nominal. La capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados debe ser:

1) No mayor que la de los conductores del circuito; y

2) No mayor que 150% de la capacidad nominal de un aparato electrodoméstico de 13,3 A o más, y alimentado por un circuito derivado individual, pero

3) No mayor que el tamaño de la protección contra sobrecorriente, marcada sobre un acondicionador de aire u otros aparatos electrodomésticos accionados por motor.

b) Protección de conductores más pequeños. Se permite instalar un interruptor automático o un fusible de 20 A para la protección de los cables o cordones o aparatos electrodomésticos pequeños, y de conductores derivados de tamaño nominal de 2,08 mm^2 (14 AWG), de una longitud no-mayor que 1,8 m para luminarios empotrados.

c) Receptáculo de 15 A considerado protegido por un dispositivo de 20 A. Si están más de una salida o más de una carga en un circuito derivado, se permite que el receptáculo de 15 A esté protegido por un interruptor automático o por un fusible de 20 A.

551-44. Conjunto de alimentación

a) Conjunto de alimentación principal de 15 A. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(a), deben emplear un conjunto alimentador principal aprobado de 15 A o mayor.

b) Conjunto alimentador principal de 20 A. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(b), deben emplear un conjunto alimentador principal aprobado de 20 A o mayor.

c) Conjunto alimentador de 30 A. Los vehículos de recreo alambrados de acuerdo con lo indicado en 551-42(c), deben emplear un conjunto alimentador principal aprobado de 30 A o mayor.

d) Conjunto alimentador de 50 A. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(d), deben emplear un conjunto alimentador principal aprobado de 50 A, en 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V.

551-45. Tablero de distribución

a) Aprobado y de capacidad nominal apropiada. Se debe usar un tablero de distribución aprobado, de capacidad nominal apropiada u otro equipo específicamente aprobado para este uso. La terminación de la barra del conductor puesto a tierra debe estar aislada como se indica en 551-54(c); la barra terminal de puesta a tierra de equipo debe estar unida internamente a la envolvente metálica del tablero de distribución.

b) Ubicación. El tablero de distribución debe instalarse en un sitio de fácil acceso. Los espacios de trabajo para el tablero no deben ser menores de 60 cm de ancho y de 75 cm de profundidad.

Excepción 1: Cuando la cubierta del tablero de distribución quede expuesta al espacio interior de un pasillo, se permite reducir una de las dimensiones del espacio de trabajo a no menos de 55 cm. Se considera que un tablero de distribución está expuesto cuando la cubierta del mismo está a no más de 5 cm de la superficie del acabado del pasillo.

Excepción 2: Se permite que las puertas de acceso al comportamiento de un generador estén equipadas con un sistema de bloqueo secuencial.

c) Tipo frente muerto. El tablero de distribución debe ser de tipo de frente muerto y debe consistir en uno o más interruptores automáticos o portafusibles tipo S. Cuando se usen fusibles, o más de dos interruptores automáticos debe instalarse un medio de desconexión principal. Cuando se instalen más de dos circuitos derivados, se debe instalar un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente que no exceda la capacidad del conjunto alimentador.

551-46. Medios de conexión a la fuente de alimentación

a) Conjunto alimentador. El o los conjuntos alimentadores deben ser suministrados o instalados de fábrica y debe ser del tipo indicado a continuación:

1) Separable. Cuando un conjunto alimentador separable, conste de un cordón flexible con receptáculo y clavija moldeada de conexión, el vehículo debe estar equipado con una entrada de cavidad de superficie, montada de forma permanentemente (clavija de conexión tipo macho empotrada para base de motor), alambrado directamente al tablero de distribución por un método de alambrado aprobado. La clavija debe ser aprobada.

2) Conectado permanentemente. Cada conjunto alimentador debe estar directamente conectado a las terminales del tablero de distribución o a los conductores dentro de una caja de conexión y provista con los medios para impedir que se transmitan tensiones mecánicas a las terminales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores entre cada caja de conexiones y las terminales de cada tablero de distribución, debe ser por lo menos igual que la del cordón de alimentación. El extremo del ensamble del alimentador debe estar equipado con una clavija del tipo descrito en 551-46(c). Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, debe estar protegido por medio de tubo (conduit) y monitores o su equivalente. El cordón de alimentación debe tener provisiones permanentes para la protección contra la corrosión y daño mecánico mientras el vehículo esté circulando (en tránsito).

b) Cordones. La longitud utilizable y expuesta del cordón debe estar medida desde el punto de entrada al vehículo de recreo o desde el frente de la entrada de cavidad de la superficie (clavija de conexión para base de motor) hasta el frente de la clavija en el extremo de la alimentación.

La longitud utilizable y expuesta del cordón, medida al punto de entrada en el exterior del vehículo, debe ser de al menos 7 m cuando el punto de entrada esté en un costado del vehículo, o al menos de 8,5 m cuando el punto de entrada al vehículo esté en la parte trasera.

Cuando la entrada del cordón al vehículo está a más de 90 cm sobre el terreno, las longitudes mínimas del cordón debe aumentarse en la distancia vertical de la altura de entrada del cordón, más de 90 cm.

NOTA: Véase 551-46(e).

c) Clavijas

1) Los vehículos de recreo que tengan un solo circuito derivado de 15 A, como se permite en 551-42(a), deben tener una clavija de dos polos, tres hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 15 A, 120 V o 127 V, que tengan la configuración mostrada en la Figura 551-46(c).

NOTA: Para información adicional sobre configuraciones de clavijas, véase el Apéndice B2.

2) Los vehículos de recreo que tengan un solo circuito derivado de 20 A, como se permite en 551-42(b), deben tener una clavija de dos polos, tres hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 20 A, 120 V o 127 V, que tengan la configuración indicada en la Figura 551-46(c).

3) Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(c), deben tener una clavija de dos polos, tres hilos, del tipo con puesta a tierra de capacidad de 30 A, 120 V o 127 V, que cumpla con la configuración indicada en la Figura 551-46(c), destinada para usarse con unidades de capacidad nominal 30 A, 120 V o 127 V.

4) Los vehículos de recreo que tengan un conjunto alimentador de capacidad nominal de 50 A, como lo permite 551-42(d), deben tener una clavija tres polos, cuatro hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 50 A, 127/220 o 125/250 V, que cumpla con la configuración mostrada en la Figura 551-46 (c).

d) Etiquetado en la entrada eléctrica. Cada vehículo de recreo debe tener permanentemente adherida, en su superficie externa en o cerca del punto de entrada de los cordones de alimentación, una etiqueta de

dimensiones mínimas de 7,5 cm x 4,5 cm grabada, estampada, o en relieve, de bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o con recubrimiento de aluminio puro, de espesor no-menor que 0,508 mm o de otro material adecuado (por ejemplo lámina de plástico de 0,127 mm) en la cual se lea, según el caso, cualquiera de las siguientes notas:

"ESTA CONEXION ES PARA 110 - 127 V, c.a., 60 Hz, CON UN SUMINISTRO DE _____ A"

o

"ESTA CONEXION ES PARA 127/220 V o 120/240 V, c.a., 3 POLOS, 4 HILOS, 60 Hz, CON SUMINISTRO DE _____ A"

La capacidad nominal correcta de corriente debe indicarse en el espacio en blanco.

e) Ubicación. El punto de entrada del conjunto alimentador debe estar ubicado a no-más de 4,5 m de la parte trasera del vehículo, en el lado izquierdo o en la parte trasera a la izquierda del centro longitudinal del vehículo dentro de una distancia de 45 cm de la pared exterior.

Excepción 1: Se permite que un vehículo de recreo equipado, solamente con un sistema flexible de drenaje aprobado o un sistema de ventilación y drenaje, que tenga el punto de entrada de suministro eléctrico en cualquier lado siempre que el(los) tubo(s) de drenaje de la instalación sanitaria esté(n) del mismo lado.

Excepción 2: Se permite que en un vehículo de recreo el punto de entrada de suministro eléctrico esté a más de 4,5 m desde la parte trasera. Cuando esto ocurre, la distancia que exceda de 4,5 m debe agregarse a la longitud mínima del cordón como se establece en 551-46(b).

551-47. Métodos de alambrado

a) Sistemas de alambrado. Se permite utilizar cables y canalizaciones instalados según los Artículos 330 a 352, de acuerdo con sus Artículos aplicables, excepto que se especifique algo diferente en este Artículo. Se debe instalar un medio de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con lo indicado en 250-91.

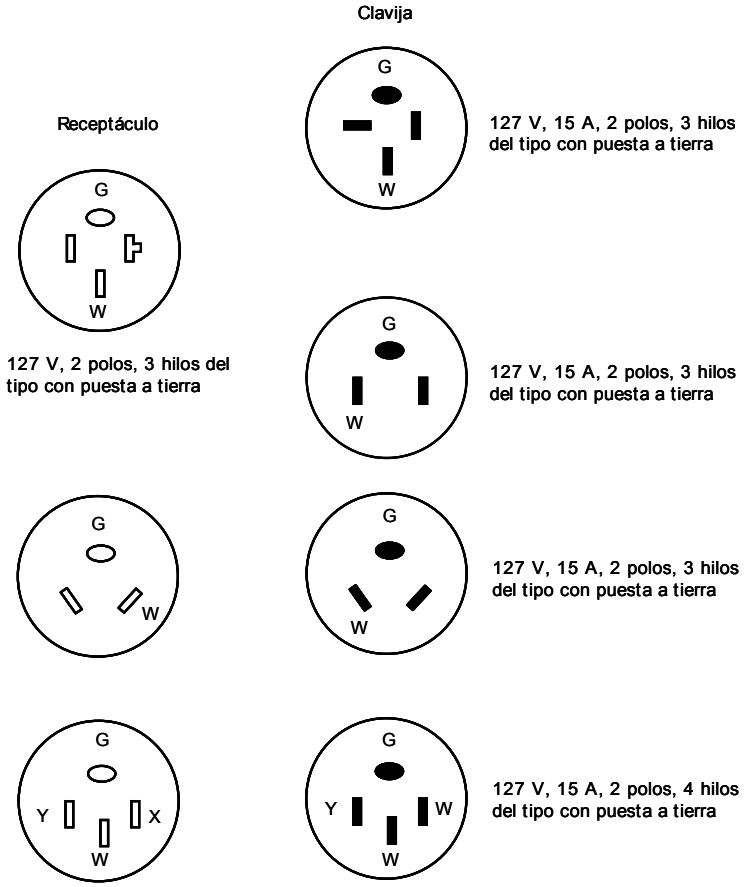


FIGURA 551-46 (c).- Configuraciones para receptáculos y clavijas del tipo con puesta a tierra utilizados para cordones para alimentar vehículos de recreo y sus estacionamientos

b) Tubo (conduit). Cuando tubo (conduit) metálico del tipo pesado y semipesado terminen en una envolvente o en caja de conexiones con un conector, boquilla (monitor) y contratuerca, se deben proveer dos contratuercas, una dentro y otra fuera de la envolvente o caja. Los extremos del tubo (conduit) deben estar escariados o con acabado para eliminar los filos cortantes.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas son aceptables únicamente con cable con cubierta no metálica o canalizaciones no metálicas.

d) Cajas. En paredes y plafones de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar al ras con el acabado de la superficie o sobresaliendo.

e) Montaje. Las cajas en paredes y cajas para plafones deben estar montadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 370.

Excepción 1: Se permiten cajas del tipo de puesta a presión o cajas provistas con herrajes especiales para pared o techo que las aseguren firmemente a las paredes o plafones.

Excepción 2: Se considera como medio aprobado para el montaje de una caja de salida, una placa de madera, que brinde un soporte de 4 cm como mínimo alrededor de la caja, y de un espesor mínimo de 12 mm o mayor unida directamente al panel de la pared.

f) Cubierta armada. La cubierta de cables con cubierta no metálica, de cables armados MC y de cables tipo AC debe ser continuos entre las cajas de salida y otras envolventes.

g) Protecciones. Se permite que los cables armados tipo MC, tipo AC o los cables con cubierta no metálica y tubería (conduit) no metálica pasen a través del centro de la parte más ancha de los montantes de 5 cm x 10 cm. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montantes de 5 cm x 5 cm o en otros montantes o marcos en los que el cable o armadura esté a menos de 3,2 cm de la superficie interior o exterior de los montantes, o cuando los materiales que cubran la pared estén en contacto con los montantes. Para proteger al cable se requieren placas de acero a cada lado del cable, o tubo de acero de un espesor de pared no menor que 1,35 mm. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio. Cuando los cables con cubierta no metálica pasen a través de orificios, cortes, ranuras barrenadas o agujeros en partes metálicas, el cable debe protegerse por boquillas, monitores o contratuercas aseguradas firmemente en la abertura antes de instalar el cable.

h) Dobleces. Ningún doblez debe tener un radio menor que cinco veces el diámetro del cable.

i) Soportes para cable. Cuando los cables se conecten con conectores o abrazaderas, los cables deben estar soportados a no más de 30 cm de las cajas de salida, de los tableros de distribución y de las cajas de conexión en los aparatos electrodomésticos. Los soportes deben estar colocados a cada 1,4 m en otros lugares.

j) Cajas no metálicas sin abrazaderas para cable. Los cables con cubierta no metálica deben sujetarse a no más de 20 cm de una caja de salida no metálica sin abrazaderas para cable. Cuando los dispositivos de alambrado con envolventes integrales son empleados con una coca extra de cable para permitir reemplazos futuros del dispositivo, la coca de cable se debe considerar como parte integral del dispositivo.

k) Daño físico. Cuando estén sujetos a daño físico, los cables con cubierta no metálica deben estar protegidos por cubiertas, tiras protectoras, canalizaciones u otros medios.

l) Placas frontales metálicas. Estas placas deben ser de metal ferroso de un espesor no menor que 0,8 mm o de metales no ferrosos no menores a 1 mm de espesor. Las placas frontales no metálicas deben ser de tipo aprobado.

m) Placas frontales metálicas puestas a tierra eficazmente. Cuando se utilicen placas frontales metálicas, éstas deben estar puestas a tierra eficazmente.

n) Humedad o daño físico. Cuando el alambrado al exterior o sobre el chasis sea de 120 V o 127 V, nominal o mayor, y esté expuesto a la humedad o a daño físico, el alambrado debe estar protegido por tubo (conduit) metálico del tipo pesado, semipesado, o tubo (conduit) rígido no metálico que se fije sólidamente contra las estructuras y envolventes de equipo u otras canalizaciones o cables aprobados e identificados para ese uso.

o) Conexión de componentes. Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado, deben estar aprobados e identificados para la conexión de los componentes construidos. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a la corriente eléctrica de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos durante el transporte del vehículo de recreo.

p) Métodos de conexión de unidades expandibles

1) Se permite que aquella parte de un circuito derivado que esté instalada en una unidad expandible, sea conectada a la parte del circuito derivado en el cuerpo principal del vehículo por medio de un cordón flexible o clavija con cordón aprobado e identificado para uso rudo. El cordón y sus conexiones deben cumplir con las previsiones del Artículo 400 y debe ser considerado como de uso permitido en 400-7. Cuando la clavija y el cordón están localizados en el interior del vehículo, se permite el uso de cordones paralelos con aislamiento termofijo o elastómero, tipo SPT-3, SP-3 o SPE.

2) Si el receptáculo provisto para la conexión del cordón al circuito principal está localizado en el exterior del vehículo, debe estar protegido con un interruptor de circuito de falla a tierra para seguridad de las personas y estar aprobado para lugares mojados. Un cordón localizado en el exterior de un vehículo debe estar aprobado e identificado para uso exterior.

3) A menos que el conjunto de cordón sea removible o pueda guardarse en el interior del vehículo, debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y daños mecánicos mientras el vehículo esté circulando (en tránsito).

4) Si se usa un cordón con clavija, éste debe estar instalado de tal manera que en las terminales de la clavija no queden expuestas partes vivas, cuando estén conectadas.

q) Prealambrado para instalaciones de aire acondicionado. El prealambrado para futuras instalaciones de aire acondicionado debe cumplir con lo siguiente y otras partes aplicables de este Artículo. Este circuito no debe servir para otros propósitos.

1) Debe estar instalado en el tablero de distribución un dispositivo de protección contra sobrecorriente con un valor nominal compatible con los conductores del circuito.

2) Las terminales de carga del circuito deben terminar en una caja de conexiones con una tapa ciega o un dispositivo aprobado para este propósito. Cuando se use una caja de conexiones con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Debe colocarse una etiqueta conforme con lo indicado en 551-46(d) sobre o adyacente a la tapa de la caja de conexiones con la leyenda:

CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO

ESTA CONEXION ES PARA AIRE ACONDICIONADO A 110 V - 127 V, c.a., 60 Hz,

____ A.

NO SE DEBE EXCEDER LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO

El valor nominal de corriente, no debe exceder 80% del valor nominal del circuito, y se debe indicar legiblemente en el espacio en blanco.

r) Prealambrado para la instalación de un generador. El prealambrado para la instalación futura de un generador debe estar conforme con lo indicado en lo siguiente y a otras partes aplicables de este Artículo.

1) Los conductores del circuito deben ser del tamaño apropiado en relación con la carga prevista y protegidos por un dispositivo de protección contra sobrecorriente de acuerdo con sus capacidades de conducción de corriente.

2) Cuando sean utilizadas cajas de conexiones en el origen del circuito o en puntos terminales, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Cuando se instalen dispositivos tales como salidas para receptáculo, des de transferencia u otros similares, la instalación debe estar completa, incluyendo las conexiones de los conductores del circuito. Todos los dispositivos deben estar aprobados y marcado apropiadamente su valor.

4) Debe estar colocada sobre la cubierta de cada caja de conexiones, que contenga al circuito incompleto, una etiqueta conforme con lo indicado en 551-46(d) y con la siguiente leyenda apropiada:

CIRCUITO DE GENERADOR

ESTA CONEXION ES PARA UN GENERADOR A 110 V - 127 V, c.a., 60 Hz,

PARA UNA CAPACIDAD MAXIMA DE ____ A.

o

CIRCUITO DE GENERADOR

ESTA CONEXION ES PARA UN GENERADOR A 120/240 o 127/220 V, c.a., 60 Hz,

PARA UNA CAPACIDAD MAXIMA DE ____ A

El valor correcto nominal en A debe estar marcado legiblemente en el espacio en blanco.

551-48. Conductores y cajas. El número máximo de conductores permitido en cajas debe cumplir con lo indicado en 370-16.

551-49. Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra debe estar de acuerdo con lo indicado en 200-6.

551-50. Conexión de terminales y empalmes. Los empalmes de conductores y conexiones en terminales deben estar de acuerdo con lo indicado en 110-14.

551-51. Des. Los des deben tener un valor nominal como se indica a continuación:

a) Circuitos de alumbrado. Para los circuitos de alumbrado, los des de seguridad deben tener un valor nominal no menor que 10 A, 120 V o 127 V, y en ningún caso menor que la carga conectada.

b) Motores u otras cargas. Para motores u otras cargas, los des deben tener un valor nominal adecuado para controlar la carga, en A o potencia en W (CP), o ambos. (Se permite que un desconectador de acción rápida de uso general controle motores de 1 492 W (2 CP) de potencia o menos, con una corriente eléctrica a plena carga no mayor que el 80% del valor nominal en amperes del desconectador).

551-52. Receptáculos. Todas las salidas para receptáculos deben ser: (1) del tipo con puesta a tierra, (2) e instalados de acuerdo con lo indicado en 210-7 y 210-21.

551-53. Luminarios

a) Disposiciones generales. Cualquier plafón o muro con acabados combustibles expuestos entre las aristas del dosel de un luminario, o el soporte y la caja registro de salida, deben estar cubiertos con materiales no combustibles o un material aprobado e identificado para tal propósito.

b) Luminarios para regaderas. Si se provee un luminario sobre tinas o regaderas debe ser del tipo cerrado y con empaque aprobado para este tipo de instalación, y estar protegido por un interruptor de circuito de falla a tierra.

El desconectador para luminarios en el baño y para extractores de aire, localizados sobre la tina o en la regadera deben estar localizados fuera de estos lugares.

c) Luminarios, salidas, equipo de aire acondicionado y similares en el exterior. Los luminarios de exteriores y otros equipos deben estar aprobados para uso exterior.

551-54. Puesta a tierra. (Para la conexión de partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica, véase también 551-56).

a) Puesta a tierra del suministro de energía. El conductor de puesta a tierra en el cordón de alimentación o en el alimentador debe estar conectado a la barra de puesta a tierra u otros medios aprobados de puesta a tierra en el tablero de distribución.

b) Tablero de distribución. El tablero de distribución debe tener una barra de puesta a tierra con suficientes terminales para todos los conductores de puesta a tierra o contar con otros medios aprobados de puesta a tierra.

c) Neutro aislado

1) El conductor puesto a tierra (neutro) debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo y de las envolventes de los equipos y otras partes puestas a tierra. Las terminales del neutro puesto a tierra en el tablero de distribución y en estufas portátiles, secadoras de ropa, cocina unitaria para mostrador o mesas de trabajo y hornos montados a pared, deben aislarse de las envolventes de equipo. Los tornillos de unión, cintas o barras de unión en el tablero de distribución o en aparatos electrodomésticos deben ser retirados y desechados.

2) La conexión de estufas eléctricas y secadoras de ropa eléctricas que utilicen un conductor puesto a tierra (neutro), si son conectados con cordón, debe estar hecha con un cordón de cuatro conductores, tres polos, cuatro hilos, con clavija y receptáculo del tipo de puesta a tierra.

551-55. Puesta a tierra de equipo interior

a) Partes metálicas expuestas. En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes, armaduras, doseles de luminarios, y similares, deben estar efectivamente unidas a las terminales de puesta a tierra o envolvente del tablero de distribución.

b) Conductores de puesta a tierra de equipo. Alambres desnudos, alambres con aislamiento de color verde, o verdes con franjas amarillas deben ser empleados únicamente como conductores de puesta a tierra de equipo.

c) Puesta a tierra de equipo eléctrico. Cuando se especifique la puesta a tierra de equipo eléctrico se permite que:

1) La conexión de envolventes metálicas de las canalizaciones metálicas (tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero), la cubierta de cable tipo MC y tipo MI, cuando la cubierta esté identificada para la puesta a tierra, o la armadura del cable tipo AC a las envolventes metálicas.

2) Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra de equipo y una caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra, el cual no debe ser usado para otro propósito o un dispositivo de puesta a tierra aprobado.

3) Se permite que el conductor de puesta a tierra de equipo de un cable con cubierta no metálica esté asegurado por medio de un tornillo roscado al dosel de un luminario, diferente a un tornillo de montaje o un tornillo de cubierta, o sujeto a un medio de puesta a tierra aprobado (placa) en una caja registro de salida no metálica para el montaje del luminario (se permiten también medios de puesta a tierra para luminarios fijados con tornillos).

d) Conexiones de puesta a tierra en cajas no metálicas. Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra colocados dentro de una caja de salida no metálica debe estar dispuesta de tal forma que la conexión pueda hacerse a cualquier accesorio o dispositivo en la caja que requiere ponerse a tierra.

e) Continuidad de puesta a tierra. Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipo de un circuito derivado entre a una caja, los conductores deben tener un adecuado contacto eléctrico entre ellos, y el arreglo debe hacerse de tal manera que la desconexión o remoción de un receptáculo, luminario u otro dispositivo, alimentado desde la caja no interfiera o interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

f) Aparatos electrodomésticos conectados con cordón. Los aparatos electrodomésticos conectados con cordón, como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores, y el sistema eléctrico de cocinas de gas, u otros similares, deben estar puestos a tierra por medio de un cordón aprobado con un conductor de puesta a tierra de equipo y con clavijas del tipo de puesta a tierra.

551-56. Unión de partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica

a) Unión requerida. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente eléctrica, que puedan ser energizadas, deben unirse efectivamente a las terminales de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución.

b) Unión del chasis. Un conductor de unión debe conectarse entre cualquier tablero de distribución y una terminal accesible en el chasis. Los conductores de aluminio o aleación cobre-aluminio no deben usarse para la conexión, si tales conductores o sus terminales están expuestos a elementos corrosivos.

Excepción: Debe considerarse como unido cualquier vehículo de recreo que emplee un chasis metálico de construcción unitaria al cual el tablero de distribución esté firmemente asegurado con pernos y tuercas o por soldadura o remachado.

c) Requisitos del conductor de unión. Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobados como conectores de terminales de presión y adecuados al tamaño del cable utilizado. Los conductores de unión deben ser de un solo alambre o cableados o aislados o desnudos y de cobre de tamaño nominal como mínimo de 8,37 mm^2 (8 AWG).

d) Unión de techos metálicos y recubrimiento exterior. El techo metálico y el recubrimiento exterior deben considerarse unidos cuando:

1) Los paneles metálicos se coloquen uno sobre otro y estén firmemente asegurados a la estructura de madera o metal por medio de sujetadores metálicos; y

2) Los paneles inferiores de la cubierta exterior metálica estén asegurados por medio de sujetadores metálicos en cada travesaño del chasis, o el panel inferior esté unido al chasis con una cinta metálica.

e) Unión de tubería de gas, agua y drenaje. Las tuberías de gas, agua y drenaje deben considerarse que están puestas a tierra cuando se unen al chasis.

f) Unión de ductos metálicos de aire y hornos. Los ductos metálicos de circulación de aire y hornos deben estar unidos.

551-57. Sujeción y acceso a los aparatos electrodomésticos. Cada aparato electrodoméstico debe ser accesible para su inspección, servicio, reparación y reemplazo sin remover la construcción permanente. Se deben proveer los medios para asegurar firmemente los aparatos electrodomésticos en su lugar cuando el vehículo de recreo esté circulando.

F. Pruebas en fábrica

551-60. Pruebas eléctricas en fábrica. Cada vehículo de recreo debe sujetarse a las siguientes pruebas:

a) Circuitos de 120 V o 127 V o 120/240 o 127/220 V. Cada vehículo de recreo diseñado con un sistema eléctrico de 120 V, 127 V o 120/240, 127/220 V, debe soportar una prueba de rigidez dieléctrica sin ruptura del dieléctrico, aplicada entre los conductores puestos a tierra y los de fase y la tierra del vehículo de recreo, a una tensión eléctrica de 900 V durante 1 min, o a una tensión eléctrica de 1 080 V durante 1 s con todos los des cerrados. Durante la prueba, todos los des y demás controles deben estar en la posición de conectado. Los luminarios y aparato electrodoméstico permanentemente instalados no requieren pasar esta prueba. La prueba debe efectuarse después de que los circuitos derivados estén terminados, antes de energizar el sistema, y nuevamente después de que todas las cubiertas exteriores y gabinetes han sido aseguradas.

Cada vehículo de recreo debe sujetarse a lo siguiente:

(1) una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes metálicas están adecuadamente unidas;

(2) pruebas de operación para demostrar que todos los equipos están apropiadamente conectados y operando adecuadamente; y

(3) pruebas de polaridad para verificar que las conexiones se han efectuado apropiadamente.

b) Circuitos de baja tensión. Debe realizarse una prueba operacional a todos los circuitos de baja tensión, para comprobar que todos los equipos están conectados y en estado de funcionamiento eléctrico. La prueba debe ejecutarse en las estaciones finales del proceso de producción después de que todas las cubiertas y gabinetes han sido aseguradas.

G. Estacionamientos de los vehículos de recreo

551-71. Tipo de receptáculos suministrados. Cada estacionamiento para vehículo de recreo con suministro eléctrico debe estar equipado al menos con un receptáculo de 20 A, 120 V o 127 V. Al menos 5% de todos los lugares para vehículos de recreo con suministro eléctrico, debe contar cada uno con un receptáculo de 50 A a 125/250 V o 127/220 V, que cumpla con la configuración indicada en la Figura 551-46(c). Se permite que estos suministros eléctricos incluyan receptáculos adicionales que tengan las configuraciones de acuerdo con lo indicado en 551-81. Un mínimo de 70% de todos los lugares para estacionamiento de vehículos de recreo con suministro eléctrico, debe estar equipado con un receptáculo de 30 A, 120 V o 127 V, conforme con lo indicado en la Figura 551-46(c). Se permite que este suministro incluya un receptáculo adicional conforme con lo indicado en 551-81. El resto de los lugares de vehículos de recreo con suministro eléctrico, deben estar equipados con uno o más receptáculos cuya configuración esté de acuerdo con lo indicado en 551-81.

Cuando se determine el porcentaje de lugares para vehículos de recreo con receptáculos de 30 A o 50 A, se permite excluir a los lugares dedicados a carpas (tiendas de campaña) con una alimentación de 15 A o 20 A.

Dentro del estacionamiento de vehículos de recreo se permite que haya receptáculos adicionales para la conexión de equipo eléctrico fuera del vehículo de recreo.

Todos los receptáculos monofásicos de 5 A o 20 A, 120 V o 127 V, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra aprobado para protección de personas.

551-72. Sistema de distribución. El sistema de distribución eléctrica secundario de un estacionamiento de vehículos de recreo, para cada lugar de un vehículo de recreo de 50 A, debe derivarse de un sistema monofásico de 3 hilos a 120/240 V o 127/220 V. Para otros lugares para vehículos de recreo con receptáculos de 20 A y 30 A a 120 V o 127 V pueden derivarse de cualquier sistema de distribución puesto a tierra que alimente una fuente monofásica de 120 V o 127. Los conductores neutros no deben reducirse en tamaño nominal por abajo de los conductores de fase para la distribución del estacionamiento. Se permite que los conductores neutros se reduzcan en tamaño nominal por abajo del mínimo requerido para los conductores de fase, únicamente para cargas conectadas permanentemente a 220 V o 240 V, fase a fase.

551-73. Cálculo de cargas

a) Bases del cálculo. La acometida y los alimentadores eléctricos deben calcularse basándose en no menos de:

(1) 9 600 VA, por lugar equipado con instalaciones de suministro de 50 A a 120/240 V o 127/220 V;

(2) 3 600 VA por lugar, equipado con instalaciones de suministro de 20 A y 30 A;

(3) 2 400 VA por lugar, equipado con instalación de suministro de 20 A; y

(4) 600 VA por lugar, equipado con instalaciones de alimentación de 20 A que son dedicados exclusivamente a carpas (tiendas de campaña).

Los factores de demanda mostrados en la Tabla 551-73 deben ser los mínimos permitidos que se utilicen en el cálculo de la carga para la acometida y los alimentadores. Cuando el suministro eléctrico para un lugar para un vehículo de recreo tenga más de un receptáculo, el cálculo de la carga debe realizarse únicamente para el receptáculo de valor nominal mayor.

TABLA 551-73.- Factores de demanda para los conductores de entrada de acometida y alimentadores para lugares de estacionamiento

Número de lugares para vehículos de recreo	Factor de demanda Por ciento	Número de lugares para vehículos de recreo	Factor de demanda Por ciento
1	100	10 a 12	50
2	90	13 a 15	48
3	80	16 a 18	47
4	75	19 a 21	45
5	65	22 a 24	43
6	60	25 a 35	42
7 a 9	55	36 y más	41

b) Transformadores y tableros de distribución secundario. Para los propósitos de esta norma, cuando la acometida del estacionamiento exceda de 220 V o 240 V, los transformadores y los tableros de distribución secundario deben considerarse como acometidas.

c) Factores de demanda. El factor de demanda para un número dado de lugares debe aplicarse a todos los lugares indicados. Por ejemplo, 20 lugares calculados a 45% de 3 600 VA, resulta con una demanda permitida de 1 620 VA por lugar, con un total de 32 400 VA para los 20 lugares.

NOTA: Estos factores de demanda pueden ser inadecuados en lugares con temperaturas extremas de calor o frío con circuitos cargados para calefacción o aire acondicionado.

d) Capacidad del circuito alimentador. Los conductores del circuito alimentador de un lugar de vehículos de recreo deben tener una capacidad de conducción de corriente adecuada para las cargas suministradas y marcados para cuando menos 30 A. Los conductores puestos a tierra deben tener la misma capacidad de conducción de corriente que los conductores de fase.

NOTA: Debido a las distancias, las longitudes típicas del circuito de la mayoría de los estacionamientos de vehículos de recreo, los tamaños nominales para conductores alimentadores indicados en las Tablas de capacidad de conducción de corriente en el Artículo 310, pueden ser inadecuados para mantener la regulación de tensión eléctrica sugerida en la Nota 4 indicada en 210-19. La caída total de tensión es la suma de las caídas de tensión de cada segmento del circuito, cuando la carga para cada segmento es calculada usando la carga de ese segmento y los factores de demanda indicados en 551-73(a).

Las cargas para otras instalaciones de recreo, pero no limitadas, tales como edificios de inmuebles, edificios de recreo y piscinas, se deben dimensionar separadamente y luego se deben agregar al valor calculado para los lugares de vehículos de recreo, cuando ellos son alimentados por una sola acometida.

551-74. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe proporcionarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240.

551-75. Puesta a tierra. Todos los equipos eléctricos e instalaciones en los estacionamientos de vehículos de recreo deben estar puestos a tierra como lo prescribe el Artículo 250.

551-76. Puesta a tierra del equipo de suministro para sitios de vehículos de recreo

a) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente eléctrica. Las partes expuestas no-portadoras de corriente eléctrica de equipo fijo, cajas metálicas, gabinetes y accesorios, que no estén eléctricamente conectadas a un equipo puesto a tierra, deben estar puestas a tierra por medio de un conductor que vaya con los conductores del circuito desde el equipo de acometida o desde el transformador de un sistema de distribución secundario. Los conductores de puesta a tierra de equipo deben estar calculados de acuerdo con lo indicado en 250-95, y se permite que estén empalmados por medios aprobados.

La instalación de las conexiones de puesta a tierra de los equipos debe ser tal que la desconexión o desmontaje de un receptáculo u otro dispositivo no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

b) Sistema de distribución secundaria. Cada sistema de distribución secundaria debe estar puesto a tierra en el transformador.

c) El conductor neutro no debe ser usado como puesta a tierra de equipo. El conductor neutro no debe ser usado como puesta a tierra de equipo para vehículos de recreo o equipo dentro de sus estacionamientos.

d) Sin conexión en el lado de la carga. Ninguna conexión a un electrodo de puesta a tierra debe hacerse al conductor neutro en el lado de la carga de los medios de desconexión de la acometida o del tablero de distribución del transformador.

551-77. Equipo de alimentación para los lugares de vehículos de recreo

a) Ubicación. Cuando se provea el equipo de alimentación eléctrica de los lugares para vehículos de recreo, deben ubicarse a la izquierda del vehículo estacionado (del lado de la vía), sobre una línea que esté a 2,75 m $\pm$ 0,3 m, del eje longitudinal central del estacionamiento y ubicado en cualquier punto de esa línea a no más de 4,60 m de la parte posterior del estacionamiento.

En lugares para reparación de los vehículos de recreo, se permite que el equipo de alimentación eléctrica esté localizado a lo largo de la línea de 5 m y 10 m de la parte posterior del lugar.

b) Medios de desconexión. Debe instalarse un desconectador o un interruptor automático en el equipo de alimentación del lugar para desconectar el suministro de energía del vehículo de recreo.

c) Acceso. Todo equipo de alimentación del lugar debe estar accesible por una entrada no obstruida o pasillo no menor que 60 cm de ancho y 2 m de alto.

d) Altura de montaje. El equipo de alimentación del lugar debe localizarse a no menos de 60 cm y no más de 2 m sobre el nivel del piso.

e) Espacio de trabajo. Se debe proporcionar y mantener espacio suficiente alrededor de todo equipo eléctrico para permitir su operación rápida y segura, de acuerdo con lo indicado en 110-16.

f) Marcado. Cuando el equipo de alimentación del lugar contenga un receptáculo a 120/240 V o 127/220 V o 125/250 V, el equipo debe marcarse como sigue: “Antes de insertar o remover la clavija, apague el interruptor de desconexión o el interruptor automático. La clavija debe estar insertada o removida totalmente”. El marcado debe localizarse sobre el equipo adyacente a la salida para el receptáculo.

551-78. Protección del equipo exterior

a) Lugares mojados. Todos los desconectadores, interruptores automáticos, receptáculos, equipo de control y dispositivos de medición localizados en lugares mojados o en el exterior de un edificio, deben ser equipos a prueba de lluvia.

b) Medidores. Si están instalados medidores secundarios, las bases de los medidores, cuando no estén usados, deben estar cubiertas con una placa ciega adecuada.

551-79. Claro de los conductores aéreos. Los conductores aéreos de no más de 600 V nominal, deben tener un claro vertical no menor que 5,5 m y un claro horizontal no menor que 90 cm en todas las áreas sujetas al movimiento de vehículo de recreo. En las demás áreas, los claros deben cumplir con lo indicado en 225-18 y 225-19.

NOTA: Para información adicional sobre la distancia de seguridad de los conductores de más de 600 V nominales, véase el Apéndice B2.

551-80. Conductores de acometida subterránea, del alimentador, del circuito derivado y conductores de circuito alimentador de lugares para vehículos de recreo

a) Disposiciones generales. Todos los conductores directamente enterrados, incluyendo el conductor de puesta a tierra de equipo, si es de aluminio, deben estar aislados y aprobados para tal uso. Todos los conductores deben ser continuos de equipo a equipo. Todos los empalmes y derivaciones deben hacerse en cajas de empalme aprobadas o por el uso de material aprobado e identificado para ese propósito.

b) Protección contra daño físico. Los conductores enterrados directamente y cables que entren o salgan de una trinchera deben estar protegidos por tubo (conduit) metálico del tipo pesado o semipesado, o tipo ligero con protección adicional contra la corrosión, o conduit rígido no metálico, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, conduit metálico flexible hermético a los líquidos, u otras canalizaciones o envolventes aprobados. Cuando estén sujetos a daño físico, los conductores o cables deben protegerse por

tubo (conduit) metálico del tipo pesado o semipesado o no metálico tipo pesado. Esta protección debe extenderse a por lo menos 45 cm dentro de la trinchera desde el nivel del piso terminado.

NOTA: Véase 300-5 y el Artículo 339 para información de conductores o cable tipo UF, usado en instalaciones subterráneas o directamente enterrado.

551-81. Receptáculos. Un receptáculo para suministro de energía eléctrica para vehículos de recreo debe tener alguna de las configuraciones mostradas en la Figura 551-46(c) y los siguientes valores nominales:

a) 50 A: 127/220 V o 125/250 V, 3 polos, 4 hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120/240 V.

b) 30 A: 125 V o 127 V, dos polos, tres hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120 V o 127 V.

c) 20 A: 125 V o 127 V, 20 A, dos polos, tres hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120 V o 127 V.

ARTICULO 552- REMOLQUES ESTACIONADOS

A. Disposiciones generales

552-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para los conductores y equipo eléctrico instalados dentro o sobre remolques estacionados, no cubiertos totalmente en los Artículos 550 y 551.

552-2. Definiciones. (Véanse los Artículos 100, 550 y 551 para otras definiciones).

Remolque estacionado: Unidad que cumple con los siguientes criterios: (a) construido sobre un chasis montado sobre ruedas; (b) tiene un área total no mayor que 37 m^2, una vez armado.

552-3. Otros Artículos. Siempre que los requerimientos de otros Artículos de esta norma y el Artículo 552 difieran, los requerimientos del Artículo 552 prevalecen.

552-4. Requerimientos generales. Un remolque estacionado como el especificado en 552-2 está destinado para uso de temporada. No está destinado como vivienda permanente o para usos comerciales tales como bancos, clínicas, oficinas o similar.

B. Sistemas de baja tensión

552-10. Sistemas de baja tensión

a) Circuitos de baja tensión. Los circuitos de baja tensión suministrados e instalados por el fabricante de remolques estacionados, excepto los relacionados con los frenos, están sujetos a esta norma. Los circuitos que alimentación para las luces deben cumplir con los requerimientos federales o estatales y con esta norma.

b) Alambrado de baja tensión

1) Deben usarse conductores de cobre para los circuitos de baja tensión.

Excepción: Se permite usar el chasis o estructura metálica como trayectoria de retorno a la fuente de alimentación.

2) Los conductores deben estar conforme a los requerimientos de los tipos GXL, HDT, SGT, SGR o SXL, o deben tener un aislamiento de acuerdo con lo indicado en la Tabla 310-13 o equivalente. Los conductores de tamaño nominal de 13,3 mm^2 (6 AWG) hasta 0,824 mm^2 (18 AWG) deben estar aprobados.

NOTA: Para información adicional sobre los tipos GXL, HDT y SXL, véase el Apéndice B2.

3) Los conductores individuales de baja tensión deben ser del tipo cableado.

4) Todos los conductores aislados de baja tensión, deben estar marcados sobre la superficie exterior a intervalos no mayores a 0,30 m como sigue:

a. Deben estar marcados de acuerdo con lo indicado en esta norma o norma del producto.

b. Los conductores de uso automotriz deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, designación de especificación, y el tamaño nominal.

c. Otros conductores deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, temperatura máxima de operación, tamaño nominal, material del conductor y espesor del aislamiento.

c) Métodos de alambrado en baja tensión

1) Los conductores deben protegerse contra daño físico y deben estar asegurados. Cuando se instalen conductores aislados con abrazaderas a la estructura, el aislamiento del conductor debe estar reforzado con

una envoltura o capa de material equivalente, excepto que la cubierta del cable no requiera protegerse. El alambrado debe mantenerse lejos de filos cortantes, partes en movimiento o fuentes de calor.

Excepción: No se permite el uso del tubo de polietileno del Artículo 332.

2) Los conductores deben estar empalmados o unidos con dispositivos de empalme que provean una conexión segura o por soldadura de latón, o por soldadura de un metal o de aleación fusible. Los empalmes soldados deben primero empalmarse o unirse mecánica y eléctricamente de manera segura sin soldadura, y posteriormente soldarse. Todos los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben estar cubiertos con un aislamiento equivalente al de los conductores.

3) Los circuitos de baterías y otros circuitos de baja tensión deben separarse físicamente al menos 12,7 mm de espacio o por otros medios adecuados para circuitos de diferentes fuentes de energía. Son métodos aceptables para conseguir esta separación la sujeción con abrazaderas, el tipo de trayectoria, o medios equivalentes que aseguren la separación total y permanente. Cuando se crucen circuitos de diferentes fuentes de energía, la cubierta externa de los cables con cubierta no metálica debe considerarse una separación adecuada.

4) Las conexiones a tierra al chasis o estructura deben estar accesibles y seguras mecánicamente para su servicio. Las conexiones a tierra deben hacerse por medio de conductores de cobre y terminales de cobre o aleación de cobre del tipo de sin soldadura identificados para el tamaño del conductor usado. La superficie de contacto sobre la cual las conexiones a tierra hacen contacto, debe estar limpias y libres de óxido o pintura, o estar eléctricamente conectadas a través de una roldana dentada con dientes internos y externos, de cadmio, de estaño, o galvanizadas, o mediante roldana roscadas. La conexiones a tierra sujeta con tornillos, remaches o pernos, tuercas y roldanas deben ser de cadmio, estaño, o galvanizadas; se permite que los remaches sean de aluminio sin anodizado cuando se sujeten a estructuras de aluminio.

5) La terminal de puesta a tierra del chasis de la batería debe unirse al chasis con un conductor de cobre de tamaño nominal mínimo de 8,37 mm^2 (8 AWG). En el caso de que la terminal de alimentación de la batería tenga un tamaño nominal mayor que 8,37 mm^2 (8 AWG), entonces el conductor de unión debe tener el mismo tamaño nominal.

d) Instalaciones de baterías. Las baterías que deben cumplir con los requerimientos de esta norma, se deben asegurar firmemente al vehículo e instalarse en un área hermética al vapor hacia el interior del vehículo y directamente ventilada hacia el exterior de éste. Cuando las baterías estén instaladas en un compartimento, éste debe estar ventilado por medio de aberturas que tengan un área mínima de 11 cm^2, tanto en la parte superior como inferior. Cuando las puertas del compartimento estén equipadas con ventilación, las aberturas deben estar a no más de 50 mm de la parte superior como inferior. Las baterías no deben instalarse en compartimentos que contengan equipos que produzcan chispas o flamas.

e) Protección contra sobrecorriente

1) El alambrado del circuito de baja tensión debe estar protegido con dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad que no exceda la capacidad de conducción de corriente de los conductores de cobre, según se indica en la tabla siguiente:

TABLA 552-10(e)(1).- Protección contra sobrecorriente para baja tensión

Tamaño o designación nominal del cable mm^2 AWG		Capacidad de conducción de corriente A	Tipo de alambre
0,824	18	6	Solamente cable
1,31	16	8	Solamente cable
2,08	14	15	Cable o alambre
3,31	12	20	Cable o alambre
5,26	10	30	Cable o alambre

2) Los interruptores automáticos o fusibles deben ser de un tipo aprobado, incluyendo los del tipo automotor. Los portafusibles deben estar claramente marcados con el tamaño máximo del fusible y protegidos contra cortos y daño físico, por una cubierta o medio equivalente.

NOTA: Para información adicional sobre fusibles, véase el Apéndice B2.

3) Los aparatos electrodomésticos de c.c. y alto consumo de corriente eléctrica, tales como: bombas, compresores, ventiladores, calentadores y aparatos electrodomésticos similares impulsados por motor, deben estar instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los motores que son controlados por des automáticos o por des de enclavamiento manual deben estar protegidos de acuerdo con lo indicado en 430-32(c).

4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe instalarse en un lugar accesible del vehículo, a no más de 45 cm del punto donde se conecte el suministro de energía a los circuitos del vehículo. Si se localiza fuera del remolque estacionario, el dispositivo debe estar protegido contra la intemperie y contra daño físico.

Excepción: Se permite que el suministro externo de baja tensión tenga fusibles a no más de 45 cm después de entrar a la unidad o después de salir de una canalización metálica.

f) Desconectadores. Los desconectadores deben tener una capacidad de c.c. no menor que la de la carga conectada.

g) Luminarios. Todas los luminarios interiores de baja tensión clasificados para más de 4 W, que utilicen lámparas clasificadas para más de 1,2 W, deben estar aprobadas.

C. Sistemas eléctricos combinados

552-20. Sistemas eléctricos combinados

a) Disposiciones generales. Se permite que el alambrado de vehículos para conexión a una batería o a una fuente de c.c., se conecte a una fuente de 120 V o 127 V, siempre y cuando el sistema completo de alambrado y el equipo tengan la capacidad y cumplan completamente con los requisitos de las partes A, C, D y E de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 V o 127 V. Los circuitos alimentados en c.a. por un transformador no deben alimentar aparatos de c.c.

b) Convertidores (de 120 V c.a. o 127 V a.c., a baja tensión en corriente continua). El lado del convertidor de 120 V c.a. o 127 V c.a debe estar alambrado en completa conformidad con los requisitos de las partes A, C, D y E de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 V o 127 V.

Excepción: No están sujetos a lo indicado anteriormente, los convertidores suministrados como parte integral de un aparato eléctrico aprobado.

Todos los convertidores y transformadores deben ser aprobados para uso en remolques estacionarios, y diseñados o equipados para proporcionar protección contra altas temperaturas. Para determinar la capacidad nominal de los convertidores, se debe aplicar la siguiente fórmula a la carga total conectada, incluyendo el régimen promedio de carga de la batería de todos los equipos de 12 V.

Los primeros 20 A de la carga a 100%, más

Los segundos 20 A de la carga a 50%, más

El resto de la carga por arriba de 40 A al 25%.

Excepción: Un aparato eléctrico de baja tensión que es controlado por un desconectador momentáneo (normalmente abierto) que no tiene medios para mantenerse en la posición de cerrado, no debe ser considerada como una carga conectada cuando se determine la capacidad nominal del convertidor requerido. Los aparatos eléctricos energizados momentáneamente deben estar limitados a aquéllos utilizados para preparar la unidad para su ocupación o traslado.

c) Unión de la envolvente del convertidor de tensión. La envolvente metálica del convertidor que no está diseñada para transportar corriente eléctrica, debe ser unida a la estructura de la unidad mediante un conductor de cobre con un tamaño nominal mínimo de 8,37 mm^2 (8 AWG). Se permite que el conductor de puesta a tierra para la batería y la envolvente metálica sea el mismo conductor.

d) Artefactos, incluyendo luminarios y aparatos eléctricos de doble tensión. Los artefactos, incluyendo los luminarios y aparatos eléctricos, que tengan conexiones para 120 V o 127 V y con conexiones para baja tensión, deben ser del tipo aprobado para doble tensión.

e) Autotransformadores. No se deben usar autotransformadores.

f) Receptáculos y clavijas. Cuando un remolque estacionario esté equipado con un sistema de c.a. de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V, o con un sistema de baja tensión, o ambos, los receptáculos y clavijas del sistema de baja tensión deben tener una configuración diferente de los sistemas de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V. Cuando una unidad equipada con una batería o con un sistema de c.c que tiene una conexión externa para una fuente de baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita alimentación de 120 V o 127 V.

D. Sistemas de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V nominales

552-40. Sistemas de 120 V o 127 V o 120/240 V o 127/220 V nominales

a) Requisitos generales. El equipo y materiales eléctricos de remolques estacionados, indicados para estar conectados a un sistema de alambrado de tensión nominal de 120 V o 127 V, dos hilos y tierra, o un sistema de alambrado de tensión eléctrica nominal a 120/240 V o 127/220 V, tres hilos y tierra, deben estar aprobados e instalados de acuerdo con los requisitos de las Partes A, C, D y E de este Artículo.

b) Materiales y equipo. Los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos eléctricos, accesorios y otro equipo instalado, destinado para su uso dentro o colocados en un remolque estacionado, deben estar aprobados. Todos los productos deben usarse sólo de la forma que han sido probados y encontrados adecuados para el uso destinado.

552-41. Salidas para receptáculos requeridas

a) Espaciamiento. Las salidas para receptáculos deben instalarse con un espaciamiento sobre las paredes cada 60 cm de ancho o más, de tal manera que ningún punto a lo largo de una línea en el piso esté a más de 1,8 m, medido horizontalmente de cualquier salida en ese espacio.

Excepción 1: Areas de baños y corredores.

Excepción 2: El espacio de paredes ocupado por gabinetes de cocina, armarios, muebles para ropa, muebles empotrados y partes que estén detrás de las puertas que se puedan abrir completamente contra la superficie de la pared o instalaciones similares.

b) Ubicación. Las salidas para receptáculos deben instalarse como sigue:

1) Adyacentes a las partes altas de los mostradores de cocinas (por lo menos uno en cada lado del fregadero si la parte alta del mostrador se prolonga a ambos lados y tiene un ancho de 30 cm o más).

2) Adyacentes a espacios que alojen refrigeradores y estufas de gas; excepto cuando se instalen en fábrica un refrigerador a gas o un aparato electrodoméstico de cocina y no requieran conexión eléctrica externa.

3) Adyacentes a espacios en la parte superior de mostradores de 30 cm de ancho o más, que no estén al alcance desde un receptáculo especificado en 551-41(b)(1) por medio de un cordón de 1,8 m sin cruzar áreas de paso, aparato electrodomésticos de cocina o fregaderos.

c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. Cada salida para receptáculo monofásico de 125 V o 127 V y 15 A o 20 A, debe tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas, en los lugares siguientes:

1) Adyacentes a lavabos de los baños.

2) A una distancia no mayor que 1,8 m de cualquier lavabo o fregadero.

Excepción: Los receptáculos instalados en espacios dedicados para aparatos electrodomésticos, tales como lavavajillas, trituradores de desperdicios, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.

3) En el área ocupada por un sanitario, regadera, tina o cualquier combinación de ellas.

4) En el exterior de la unidad.

Excepción: No se exige que los receptáculos que estén ubicados en el interior de un tablero accesible, instalado fuera de la unidad para dar alimentación a un aparato electrodoméstico instalado, tengan protección de interruptor de circuito por falla tierra.

Se permite una salida para receptáculo en un luminario aprobada. No se permite instalar una salida para receptáculo en una tina, o en un compartimento combinado de tina con ducha.

d) Salida para cable de calefacción de tubería. Cuando se instale un cable de calefacción de tubería, la salida debe estar:

(1) Localizada a una distancia no mayor que 60 cm de la entrada de agua fría.

(2) Conectada a un circuito derivado interior diferente de un circuito derivado de aparatos electrodomésticos pequeños.

(3) En un circuito en el que todas las salidas están en el lado de carga del interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

(4) Montada en la parte inferior del remolque estacionado y no se debe considerar como la salida para receptáculo exterior exigida en la Sección 552-41(e).

e) Salidas para receptáculo en exteriores. Se debe instalar al menos una salida para receptáculo en el exterior. Se debe considerar como receptáculo exterior, a una salida para receptáculo instalada en un compartimento accesible desde el exterior del remolque estacionado. La salida para receptáculo en el exterior se debe proteger según se especifica en 552-41(c)(4).

f) Salidas para receptáculo no-permitidas

1) Regaderas y tinas. No se deben instalar salidas para receptáculos en o dentro de un alcance de 75 cm de una regadera o espacio de la tina.

2) Posición con el frente hacia arriba. Un receptáculo no debe estar instalado con el frente hacia arriba en cualquier mostrador o mesa de trabajo.

552-43. Suministro de energía

a) Alimentador. El suministro de energía al remolque estacionado debe ser con un conjunto alimentador consistente de no más de un cordón de alimentación aprobado de 30 A o 50 A, con una clavija conectada firmemente o moldeada integralmente, o un alimentador instalado permanentemente.

b) Cordón de suministro de energía. Si el remolque estacionado tiene un cordón de suministro de energía, éste debe estar permanentemente conectado al tablero de distribución o a una caja de empalme permanentemente conectada al tablero de distribución, con el extremo libre del cordón flexible terminado en una clavija.

Los cordones con adaptadores o terminales en espiral, extensiones, y similares no deben instalarse en los remolques estacionados, ni equiparlos con ellos.

Una abrazadera adecuada o su equivalente debe proveerse en el disco desprendible del tablero de distribución, para que la tensión mecánica transmitida por el cordón de alimentación no se transmita hasta las terminales cuando el cordón de alimentación se maneja de la manera prevista.

El cordón utilizado debe ser aprobado con tres hilo, 120 V o 127 V o cuatro hilos, 120/240 V o 127/220 V, uno de los cuales debe estar identificado con color verde continuo o verde con una o más franjas amarillas, para ser utilizado como conductor de puesta a tierra.

c) Mufa para acometida aérea o canalización. Cuando la carga calculada exceda de 50 A, o cuando se utilice un alimentador permanente, la alimentación debe hacerse por uno de los medios siguientes:

1) Una acometida aérea con mufa instalada de acuerdo con el Artículo 230, que contenga cuatro conductores continuos aislados, con conductores alimentadores codificados por colores, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo; o

2) Una canalización metálica o un tubo (conduit) no metálico tipo pesado o tubo (conduit) no metálico flexible hermético a líquidos desde los medios de desconexión del remolque estacionado hasta la parte inferior del mismo, con medios para unirse a una caja de empalme apropiada o a un accesorio a la canalización en la parte inferior del remolque estacionado (con o sin conductores, según se indica en 550-5(i)(1)).

552-44. Cordón

a) Conectado permanentemente. Cada conjunto alimentador debe estar directamente conectado a las terminales del tablero de distribución o a los conductores dentro de una caja de conexión y provista con los medios para impedir que se transmitan tensiones mecánicas a las terminales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores entre cada caja de conexiones y las terminales de cada tablero de distribución, debe ser por lo menos igual que la del cordón de alimentación. El extremo del ensamble del alimentador debe estar equipado con una clavija del tipo descrito en 552-44(c). Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, debe estar protegido por medio de tubo (conduit) y monitores o su equivalente. El cordón de alimentación debe tener provisiones permanentes para la protección contra la corrosión y daño mecánico mientras la unidad esté circulando (en tránsito).

b) Longitud del cordón. La longitud utilizable y expuesta del cordón debe estar medida desde el punto de entrada del remolque estacionado o desde el frente de la entrada de cavidad de la superficie (clavija de conexión para base de motor) hasta el frente de la clavija en el extremo de la alimentación.

La longitud utilizable y expuesta del cordón, medida al punto de entrada en el exterior de la unidad, debe ser de al menos 7 m cuando el punto de entrada esté en un costado de la unidad, o al menos de 8,5 m cuando el punto de entrada a la unidad esté en la parte trasera. La longitud máxima no debe exceder de 11 m.

Cuando la entrada del cordón a la unidad está a más de 90 cm sobre el terreno, las longitudes mínimas del cordón deben aumentarse en la distancia vertical de la altura de entrada del cordón, más de 90 cm.

c) Clavijas

1) Los remolques estacionados alambrados de acuerdo a la Sección 552-46(a), deben tener una clavija de dos polos, tres hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 30 A, 125 V o 127 V, que tengan la configuración mostrada en la Figura 552-44(c), prevista para uso con unidades de 30 A y 125 V o 127 V nominales.

2) Los remolques estacionados que tengan un conjunto de fuente de alimentación a 50 A nominales, tal como lo permite la Sección 552-43(b), deben tener una clavija de conexión de tres polos y cuatro hilos, con polo a tierra, a 125/250 V 127/220 V y 50 A nominales, conforme a la configuración de la figura 552-44(c).

127/220 V, 30 A, 3 polos, 2 hilos, tipo de puesta a tierra

127/220 V, 50 A, 3 polos, 4 hilos, tipo de puesta a tierra

FIGURA 552-44(c).- Configuraciones para receptáculos y clavijas del tipo con puesta a tierra utilizados para cordones para alimentar vehículos de recreo y sus estacionamientos

d) Etiquetado en la entrada eléctrica. Cada remolque estacionado debe tener permanentemente adherida, en su superficie externa en o cerca del punto de entrada de los cordones de alimentación, una etiqueta de dimensiones mínimas de 7,5 cm x 4,5 cm grabada, estampada, o en relieve, de bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o con recubrimiento de aluminio puro, de espesor no-menor que 0,508 mm o de otro material adecuado (por ejemplo lámina de plástico de 0,127 mm) en la cual se lea, según el caso, cualquiera de las siguientes notas:

"ESTA CONEXION ES PARA 110 - 127 V, c.a., 60 Hz, CON UN SUMINISTRO DE _____ A"

o

"ESTA CONEXION ES PARA 127/220 V o 120/240 V, c.a., 3 POLOS, 4 HILOS, 60 Hz, CON SUMINISTRO DE _____ A"

La capacidad nominal correcta de corriente debe indicarse en el espacio en blanco.

e) Ubicación. El punto de entrada del conjunto alimentador debe estar ubicado a no más de 4,5 m de la parte trasera del remolque en el lado izquierdo o en la parte trasera a la izquierda del centro longitudinal de la unidad dentro de una distancia de 45 cm de la pared exterior.

Excepción: Se permite que en un remolque estacionado en el punto de entrada de suministro eléctrico esté a más de 4,5 m desde la parte trasera. Cuando esto ocurre, la distancia que exceda de 4,5 m debe agregarse a la longitud mínima del cordón como se establece en 551-46(b).

552-45. Tablero de distribución

a) Aprobado y marcado apropiadamente. Se debe usar un tablero de distribución aprobado, de capacidad nominal apropiada u otro equipo específicamente aprobado para este uso. La terminación de la barra del conductor puesto a tierra debe estar aislada como se indica en 552-55(c); la barra terminal de puesta a tierra de equipo debe estar unida internamente a la envolvente metálica del tablero de distribución.

b) Ubicación. El tablero de distribución debe instalarse en un sitio de fácil acceso. Los espacios de trabajo para el tablero no deben ser menores de 60 cm de ancho y de 75 cm de profundidad.

Excepción: Cuando la cubierta del tablero de distribución quede expuesta al espacio interior de un pasillo, se permite reducir una de las dimensiones del espacio de trabajo a no menos de 55 cm. Se considera que un tablero de distribución está expuesto cuando la cubierta del mismo está a no más de 5 cm de la superficie del acabado del pasillo.

c) Tipo frente muerto. El tablero de distribución debe ser del tipo de frente muerto. Cuando se usen fusibles, o más de dos interruptores automáticos debe instalarse un medio principal de desconexión. Cuando se instalen más de dos circuitos derivados, se debe instalar un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente cuya corriente nominal no exceda la capacidad del conjunto alimentador.

552-46. Circuitos derivados. Los circuitos derivados deben determinarse de acuerdo con lo siguiente:

a) De dos a cinco circuitos de 15 A o 20 A. Se permite un máximo de cinco circuitos de 15 A o 20 A para alimentar lámparas, salidas para receptáculo y aparatos electrodomésticos fijos. Tales remolques estacionados deben estar equipados con un tablero de distribución para una tensión máxima de 120 V o 127 V con un conjunto alimentador principal de 30 A nominales. En tales sistemas no debe haber instalados más de dos aparatos electrodomésticos de 120 V o 127 V controlados termostáticamente (por ejemplo, un acondicionador de aire y calentador de agua) a menos que se utilicen dispositivos de conmutación para aislamiento físico de los aparatos electrodomésticos, de los sistemas de administración de la energía o por otro método similar.

Excepción: Se permiten circuitos adicionales de 15 A o 20 A cuando sea empleado dentro del sistema, un sistema administrador de energía aprobado, con capacidad máxima nominal de 30 A.

b) Más de cinco circuitos. Cuando sean necesarios más de cinco circuitos, deben determinarse de acuerdo con lo siguiente:

1) Alumbrado. Se toma como base la carga unitaria de 33 VA/m^2, valor que se multiplica por el área del remolque estacionado, se consideran las dimensiones exteriores (se excluye el acoplador de enganche), y se divide entre 120 V o 127 V para determinar el número de circuitos derivados de 15 A o de 20 A, es decir:

$$\frac{33 x longitud x ancho}{120 x 15A (o' 20A)} = \text{No. de circuitos de 15 A (o 20 A)}$$

$$\frac{33 x longitud x ancho}{127 x 15A (o' 20A)} = \text{No. de circuitos de 15 A (o 20 A)}$$

Se permite que los circuitos de alumbrado puedan alimentar hornos de gas empotrados que contengan únicamente dispositivos eléctricos tales como: lámparas, relojes, temporizadores o unidades trituradoras de basura conectados por un cordón aprobado.

2) Aparatos electrodomésticos pequeños. Los circuitos derivados para aparatos electrodomésticos pequeños se deben instalar de acuerdo con lo indicado en la Sección 220-4(b).

3) Aparatos electrodomésticos en general. (Incluidos radiadores, calentadores de agua, estufas, calefactores y equipo de aire acondicionado central o de habitación o aparato similar). Debe haber uno o más circuitos derivados de capacidad adecuada de acuerdo con (a) a (d) siguientes:

NOTA 1: Para el circuito derivado de lavandería véase la Sección 220-4(c).

NOTA 2: Para equipo de aire acondicionado central véase el Artículo 440.

a) La corriente eléctrica nominal de los aparatos electrodomésticos fijos no debe ser mayor que 50% de la capacidad del circuito derivado si hay salidas de alumbrado en el mismo circuito (los receptáculos que no sean para la cocina, el comedor y la lavandería, se consideran como salidas de alumbrado).

b) Para aparatos electrodomésticos fijos en un circuito sin salidas de alumbrado, la suma de la corriente eléctrica nominal no debe exceder la capacidad del circuito derivado. Las cargas de motores u otras cargas de servicio continuo, no deben exceder 80% de la capacidad del circuito derivado.

c) La capacidad de aparatos electrodomésticos conectados con un solo cordón y clavija en un circuito que no tenga otras salidas, no debe ser mayor que 80% de la capacidad nominal del circuito.

d) La capacidad del circuito derivado se debe basar en las demandas nominales especificadas en 552-47(b)(5).

552-47. Cálculos. El siguiente método debe ser empleado para calcular la carga del cordón de suministro y del tablero de distribución para cada conjunto alimentador, para cada remolque estacionado, en lugar del procedimiento indicado en el Artículo 220 y debe basarse en una alimentación de 120/240 V o 220Y/127 V, tres hilos, con cargas de 120 V o 127 V balanceadas entre dos fases de un sistema de tres hilos.

a) Carga de alumbrado y de aparatos electrodomésticos pequeños

Volt-Ampere para alumbrado: La longitud por el ancho del piso del remolque (dimensiones externas), por 33 VA/m^2 veces. Por ejemplo:

Longitud x Ancho x 33 = Carga de alumbrado (VA alumbrado).

Volt-Ampere para aparatos electrodomésticos pequeños: Se consideran 1500 VA por cada circuito de receptáculos para aparatos electrodomésticos de 20 A (véase la definición de aparato electrodoméstico portátil) incluyendo 1500 VA para el circuito de lavandería, es decir:

Número de circuitos x 1500 = VA de aparatos electrodomésticos pequeños.

Total = VA de alumbrado + VA de aparatos electrodomésticos pequeños.

Los primeros 3 000 VA se consideran a 100% y para el resto de la carga se considera un factor de 35% = _____ VA que se dividen entre 220 V o 240 V para obtener los amperes por fase.

b) Carga total para determinar el suministro de energía. La carga total para determinar el suministro de energía es la suma de:

1) La carga de alumbrado y de aparatos electrodomésticos pequeños como se calcula en 552-47(a).

2) La corriente eléctrica (A) de la placa de datos para cargas de motores y calefactores (ventiladores de extracción, acondicionadores de aire, calentadores eléctricos, de gas o de petróleo).

Se omiten las cargas más pequeñas de calefacción o enfriamiento, excepto cuando el ventilador es utilizado como evaporador del aparato de aire acondicionado. Cuando un acondicionador de aire no está instalado pero se proporciona un cordón alimentador de 50 A, se debe dejar una reserva de 15 A por fase para acondicionamiento de aire.

3) 25% de la corriente eléctrica de los motores más grandes indicados en (2).

4) La corriente eléctrica total de la placa de datos de trituradores de basura, lavavajillas, calentadores de agua, secadoras de ropa, hornos montados en pared y cocinetas.

Cuando el número de estos aparatos excedan de tres, debe utilizarse 75% del total.

5) Calcular la corriente eléctrica (A) para estufas y hornos integrados (distintas a los hornos y cocinetas separados) al dividir entre 220 V o 240 V los valores indicados a continuación:

Valor nominal en la placa de datos	Usar (VA)
0 a 10 000	80% del valor nominal
10 001 a 12 500	8 000
12 501 a 13 500	8 400
13 501 a 14 500	8 800
14 501 a 15 500	9 200
15 501 a 16 500	9 600
16 501 a 17 500	10 000

6) Si se proporcionan salidas o circuitos para aparatos eléctricos distintos de los instalados en fábrica, debe incluirse la carga estimada.

Véase el siguiente ejemplo para ilustrar la aplicación de estos cálculos.

Ejemplo

El piso de un remolque es de 12,0 m x 3,0 m y tiene dos circuitos para aparatos eléctricos pequeños, uno para un calefactor de 1 000 VA a 220 V, un ventilador de extracción de 200 VA a 127 V, un lavavajillas de 400 VA a 127 V y una estufa eléctrica de 6 000 VA a 220 V.

Carga de alumbrado y aparatos eléctricos pequeños.

Carga de alumbrado = 12 x 3 x 32,26 = 1161,4 VA

Carga de aparatos eléctricos pequeños = 1 500 x 2 = 3 000,0 VA

Lavandería = 1 500 x 1 = 1 500,0 VA

Subtotal 5 661,4 VA

Los primeros 3 000 VA a 100 % = 3 000,0 VA

El restante (5 661,4 - 3 000,0) a 35 % = 931,5 VA

Total 1 3931,5 VA

3931,5 / 220 = 17,87 A

Corriente por fase = ----- -- = 17,87 A

	Corriente por fase	
	A	**B**
Alumbrado y aparatos eléctricos pequeños	17,87	17,87
Calefactor = 1 000 / 220 =	4,54	4,54
Ventilador = (200 x 125%) / 127 =		1,97
Lavavajillas = 400 / 127 =	3,15	
Estufa = (6 000 x 0,8) / 220 =	21,82	21,82
Totales	47,38	46,20

Basado en la corriente eléctrica más alta calculada para cualquier fase, se requiere un cordón de alimentación de 50 A.

c) Método opcional de cálculo para cargas de alumbrado y aparatos eléctricos. Para remolques, se permite usar el método opcional para cálculo de cargas de alumbrado y aparatos eléctricos que se muestra en 220-30 y en la Tabla 220-30.

552-48. Métodos de alambrado

a) Sistemas de alambrado. Se permite utilizar cables y canalizaciones instalados según los Artículos 330 a 352, de acuerdo con sus Artículos aplicables, excepto que se especifique algo diferente en este Artículo. Se debe instalar un medio de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con lo indicado en 250-91.

b) Tubo (conduit). Cuando tubo (conduit) metálico del tipo pesado y semipesado terminen en una envolvente o en caja de conexiones con un conector, boquilla (monitor) y contratuerca, se deben proveer dos contratuercas, una dentro y otra fuera de la envolvente o caja. Los extremos del tubo (conduit) deben estar escariados o con acabado para eliminar los filos cortantes.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas son aceptables únicamente con cable con cubierta no metálica o canalizaciones no metálicas.

d) Cajas. En paredes y plafones de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar al ras con el acabado de la superficie o sobresaliendo.

e) Montaje. Las cajas en paredes y cajas para plafones deben estar montadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 370.

Excepción 1: Se permiten cajas del tipo de puesta a presión o cajas provistas con herrajes especiales para pared o techo que las aseguren firmemente a las paredes o plafones.

Excepción 2: Se considera como medio aprobado para el montaje de una caja de salida, una placa de madera, que brinde un soporte de 4 cm como mínimo alrededor de la caja, y de un espesor mínimo de 12 mm o mayor unida directamente al panel de la pared.

f) Cubierta armada. La cubierta de cables con cubierta no metálica, de cables armados MC y de cables tipo AC debe ser continuos entre las cajas de salida y otras envolventes.

g) Protecciones. Se permite que los cables armados tipo MC, tipo AC o los cables con cubierta no metálica y tubería (conduit) no metálica pasen a través del centro de la parte más ancha de los montantes de 5 cm x 10 cm. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montantes de 5 cm x 5 cm o en otros montantes o marcos en los que el cable o armadura esté a menos de 3,2 cm de la superficie interior o exterior de los montantes, o cuando los materiales que cubran la pared estén en contacto con los montantes. Para proteger al cable se requieren placas de acero a cada lado del cable, o tubo de acero de un espesor de

pared no menor que 1,35 mm. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio. Cuando los cables con cubierta no metálica pasen a través de orificios, cortes, ranuras barrenadas o agujeros en partes metálicas, el cable debe protegerse por boquillas, monitores o contratuercas aseguradas firmemente en la abertura antes de instalar el cable.

h) Soportes para cable. Cuando los cables se conecten con conectores o abrazaderas, los cables deben estar soportados a no más de 30 cm de las cajas de salida, de los tableros de distribución y de las cajas de conexión en los aparatos electrodomésticos. Los soportes deben estar colocados a cada 1,4 m en otros lugares.

i) Cajas no metálicas sin abrazaderas para cable. Los cables con cubierta no metálica deben sujetarse a no más de 20 cm de una caja de salida no metálica sin abrazaderas para cable. Cuando los dispositivos de alambrado con envolventes integrales son empleados con una coca extra de cable para permitir reemplazos futuros del dispositivo, la coca de cable se debe considerar como parte integral del dispositivo.

j) Daño físico. Cuando un cable con cubierta no metálica expuesto esté sujeto a daño físico, debe protegerse con cubiertas, tiras protectoras, tubos u otros medios.

k) Placas frontales metálicas. Las placas frontales metálicas deben ser de metal ferroso de un espesor no menor que 0,8 mm o de metales no ferrosos no menores a 1 mm de espesor. Las placas frontales no metálicas deben ser aprobadas.

l) Placas frontales metálicas puestas a tierra eficazmente. Cuando se utilicen placas frontales metálicas, éstas deben estar puestas a tierra eficazmente.

m) Humedad o daño físico. Cuando el alambrado al exterior o sobre el chasis sea de 120 V o 127 V, nominales o mayores, y esté expuesto a la humedad o daño físico, el alambrado debe protegerse por tubo (conduit) metálico del tipo pesado, semipesado, o tubería rígida no metálica que quede estrechamente fija contra las estructuras y envolventes de equipo u otras canalizaciones o cables aprobadas e identificadas para ese uso.

n) Conexión de componentes. Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado, deben estar aprobados e identificados para la conexión de los componentes construidos. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a la corriente eléctrica de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos en el remolque estacionado.

o) Métodos de conexión de unidades expandibles

1) Se permite que aquella parte de un circuito derivado que esté instalada en una unidad expandible, se conecte al circuito derivado en el cuerpo principal del vehículo por medio de un cordón flexible o clavija con cordón aprobado e identificado para uso rudo. El cordón y sus conexiones deben cumplir con las previsiones del Artículo 400 y deben estar considerados como de uso permitido en 400-7.

2) Si el receptáculo provisto para la conexión del cordón al circuito principal está localizado en el exterior de la unidad, debe protegerse con un interruptor de circuito de falla a tierra para seguridad del personal y estar aprobado para lugares mojados. Un cordón localizado en el exterior de la unidad debe estar aprobado e identificado para uso exterior.

3) A menos que el conjunto de cordón alimentador sea removible o pueda guardarse dentro de la unidad, debe estar protegido permanentemente contra daños mecánicos o corrosión mientras la unidad está en tránsito.

4) Si se usa un cordón con clavija, debe instalarse de tal manera que en las terminales de la clavija no queden expuestas partes vivas cuando estén conectadas.

p) Prealambrado para instalaciones de aire acondicionado. El prealambrado para facilitar futuras instalaciones de aire acondicionado debe cumplir con lo siguiente y otras Partes aplicables de este Artículo. Este circuito no debe servir para otros propósitos.

1) Debe estar instalado en el tablero de distribución un dispositivo de protección contra sobrecorriente con un valor nominal compatible con los conductores del circuito y todas las conexiones del alambrado deben estar completas.

2) Las terminales de carga del circuito deben terminar en una caja de conexiones con una tapa ciega o un dispositivo aprobado para este propósito. Cuando se use una caja de conexiones con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Debe colocarse una etiqueta conforme con lo indicado en 552-44(b) sobre o adyacente a la tapa de la caja de conexiones con la leyenda:

CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO

ESTA CONEXION ES PARA AIRE ACONDICIONADO A 110 V - 127 V, c.a., 60 Hz,

DE ____ A

NO SE DEBE EXCEDER LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO

El valor nominal de corriente, no debe exceder 80% del valor nominal del circuito, y se debe indicar legiblemente en el espacio en blanco.

552-49. Conductores y cajas

a) Número máximo de conductores. El número máximo de conductores permitido en cajas debe cumplir con lo indicado en 370-16.

b) Conductores libres en cada caja. Deben dejarse al menos 15 cm de conductor libre en cada caja, excepto cuando los conductores estén destinados a tener curvas sin uniones.

552-50. Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra debe estar de acuerdo con lo indicado en 200-6.

552-51. Conexión de terminales y empalmes. Los empalmes de conductores y conexiones en terminales deben estar de acuerdo con lo indicado en 110-14.

552-52. Desconectadores. Los desconectadores deben tener un valor nominal como se indica a continuación:

a) Circuitos de alumbrado. Para los circuitos de alumbrado, los desconectadores deben tener un valor nominal no menor que 10 A, 120 V o 127 V y en ningún caso menor que la carga conectada.

b) Motores u otras cargas. Para motores u otras cargas, los des deben tener un valor nominal adecuado para controlar la carga, en A o potencia en W (CP), o ambos. (Se permite que un desconectador de acción rápida de uso general, controle motores de 1 492 W de potencia (2 CP) de potencia o menos, con una corriente eléctrica a plena carga no mayor que el 80% del valor nominal en amperes del desconectador).

552-53. Receptáculos. Todas las salidas para receptáculos deben ser: (1) del tipo con puesta a tierra, (2) instalados de acuerdo con lo indicado en 210-7 y 210-21.

552-54. Luminarios

a) Disposiciones generales. Cualquier plafón o muro con acabados combustibles expuestos entre las aristas del dosel de un luminario, o el soporte y la caja registro de salida, deben estar cubiertos con materiales no combustibles o un material aprobado e identificado para tal propósito.

b) Luminarios para regaderas. Si se provee un luminario sobre tinas o regaderas debe ser del tipo cerrado y con empaque aprobado para este tipo de instalación, y estar protegido por un interruptor de circuito de falla a tierra.

El desconectador para luminarios en el baño y para extractores de aire, localizados sobre la tina o en la regadera deben estar localizados fuera de estos lugares.

c) Luminarios, salidas, equipo de aire acondicionado, y similares en el exterior. Los luminarios de exteriores y otros equipos deben estar aprobados para uso exterior.

552-55. Puesta a tierra. (Para la conexión de partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica véase también 552-57).

a) Puesta a tierra del suministro de energía. El conductor de puesta a tierra en el cordón de alimentación o en el alimentador debe estar conectado a la barra de puesta a tierra u otros medios aprobados de puesta a tierra en el tablero de distribución.

b) Tablero de distribución. El tablero de distribución debe tener una barra de puesta a tierra con suficientes terminales para todos los conductores de puesta a tierra, o contar con otros medios aprobados de puesta a tierra.

c) Neutro aislado

1) El conductor puesto a tierra (neutro) debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo y de las envolventes de los equipos y otras partes puestas a tierra. Las terminales del neutro puesto a tierra en el tablero de distribución y en estufas portátiles, secadoras de ropa, cocina unitaria para mostrador o

mesas de trabajo y hornos montados a pared, deben aislarse de las envolventes de equipo. Los tornillos de unión, cintas o barras de unión en el tablero de distribución o en aparatos electrodomésticos deben ser retirados y desechados.

2) La conexión de estufas eléctricas y secadoras de ropa eléctricas que utilicen un conductor puesto a tierra (neutro), si son conectados con cordón, debe estar hecha con un cordón de cuatro conductores, tres polos, cuatro hilos, con clavija y receptáculo del tipo de puesta a tierra.

552-56. Puesta a tierra de equipo interior

a) Partes metálicas expuestas. En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes, armaduras, doseles de luminarios y similares, deben estar efectivamente unidas a las terminales de puesta a tierra o envolvente del tablero de distribución.

b) Conductores de puesta a tierra de equipo. Alambres desnudos, alambres con aislamiento de color verde, o verdes con franjas amarillas deben ser empleados únicamente como conductores de puesta a tierra de equipo.

c) Puesta a tierra de equipo eléctrico. Cuando se especifique la puesta a tierra de equipo eléctrico se permite que:

1) La conexión de envolventes metálicas de las canalizaciones metálicas (tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero), la cubierta de cable tipo MC y tipo MI, cuando la cubierta esté identificada para la puesta a tierra, o la armadura del cable tipo AC a las envolventes metálicas.

2) Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra de equipo y una caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra, el cual no debe ser usado para otro propósito o un dispositivo de puesta a tierra aprobado.

3) Se permite que el conductor de puesta a tierra de equipo de un cable con cubierta no metálica esté asegurado por medio de un tornillo roscado al dosel de un luminario, diferente a un tornillo de montaje o un tornillo de cubierta, o sujeto a un medio de puesta a tierra aprobado (placa) en una caja registro de salida no metálica para el montaje del luminario (se permiten también medios de puesta a tierra para luminarios fijados con tornillos).

d) Conexiones de puesta a tierra en cajas no metálicas. Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra colocados dentro de una caja de salida no metálica debe estar dispuesta de tal forma que la conexión pueda hacerse a cualquier accesorio o dispositivo en la caja que requiere ponerse a tierra.

e) Continuidad de puesta a tierra. Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipo de un circuito derivado entre a una caja, los conductores deben tener un adecuado contacto eléctrico entre ellos, y el arreglo debe hacerse de tal manera que la desconexión o remoción de un receptáculo, luminario u otro dispositivo, alimentado desde la caja no interfiera o interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

f) Aparatos electrodomésticos conectados con cordón. Los aparatos electrodomésticos conectados con cordón, como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores, y el sistema eléctrico de cocinas de gas, u otros similares, deben estar puestos a tierra por medio de un cordón aprobado con un conductor de puesta a tierra de equipo y con clavijas del tipo de puesta a tierra.

552-57. Unión de partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica

a) Unión requerida. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente eléctrica, que puedan ser energizadas, deben unirse efectivamente a las terminales de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución.

b) Unión del chasis. Un conductor de unión debe conectarse entre cualquier tablero de distribución y una terminal accesible en el chasis. Los conductores de aluminio o aleación cobre-aluminio no deben usarse para la conexión, si tales conductores o sus terminales están expuestos a elementos corrosivos.

Excepción: Debe considerarse como unido cualquier remolque estacionado que emplee un chasis metálico de construcción unitaria al cual el tablero de distribución esté firmemente asegurado con pernos y tuercas o por soldadura o remachado.

c) Requisitos del conductor de unión. Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobados como conectores terminales de presión y adecuados al tamaño del cable usado. Los conductores de unión deben ser de un solo alambre o cableados o, aislados o desnudos y de cobre con tamaño nominal como mínimo de 8,37 mm^2 (8 AWG).

d) Unión de techos metálicos y recubrimiento exterior. El techo metálico y el recubrimiento exterior deben considerarse unidos cuando:

1) Los paneles metálicos se sobrepongan uno sobre otro y estén firmemente asegurados a la estructura de madera o de metal por medio de sujetadores metálicos; y

2) Los paneles inferiores de la cubierta exterior metálica estén asegurados por medio de sujetadores metálicos en cada travesaño del chasis, o el panel inferior esté unido al chasis con una cinta metálica.

e) Unión de tubería de gas, agua y drenaje. Las tuberías de gas, agua y drenaje deben considerarse que están puestas a tierra cuando se unen al chasis.

f) Unión de ductos metálicos de aire y hornos. Los ductos metálicos de circulación de aire y hornos deben estar unidos.

552-58. Sujeción y acceso a los aparatos electrodomésticos. Cada aparato electrodoméstico debe ser accesible para su inspección, servicio, reparación y reemplazo sin remover la construcción permanente. Se deben proveer los medios para asegurar firmemente los aparatos electrodomésticos en su lugar cuando el remolque estacionado esté en tránsito.

552-59. Luminarios, salidas, equipo de aire acondicionado y similares en el exterior

a) Aprobados para uso exterior. Los luminarios y equipo en exteriores deben estar aprobados para uso exterior. Los receptáculos en exteriores o salidas necesarias deben ser del tipo con cubierta con empaques para uso en lugares mojados.

b) Equipo calefactor, equipo de aire acondicionado, o ambos en el exterior. Un remolque provisto con un circuito derivado, diseñado para energizar al equipo de calefacción o al equipo de acondicionamiento de aire de exteriores, o ambos, localizados en el exterior del remolque, diferentes a los acondicionadores de aire de ventana, deben tener los conductores del circuito derivado terminados en una caja registro de salida aprobada o medios de desconexión localizados en el exterior del remolque estacionado. Debe pegarse una etiqueta permanentemente adyacente a la caja registro que contenga la siguiente información:

ESTA CONEXION ES PARA EQUIPO DE CALEFACCION Y/O PARA AIRE ACONDICIONADO

EL CIRCUITO ES PARA UNA CAPACIDAD MAXIMA DE ____ A, _____ V, 60 Hz,

DEBE COLOCARSE UN MEDIO DE DESCONEXION A LA VISTA DEL EQUIPO

El valor nominal de la tensión y de la corriente eléctricas deben estar indicadas en los espacios en blanco. La etiqueta no debe ser menor que 0,5 mm de espesor y debe estar grabada en bronce, acero inoxidable, aluminio anodizado o con cubierta pura de aluminio, o su equivalente. La etiqueta no debe tener un tamaño menor que 80 mm por 45 mm.

E. Pruebas en fábrica

552-60. Pruebas eléctricas en fábrica. Cada remolque estacionado debe sujetarse a las siguientes pruebas:

a) Circuitos de 120 V o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V. Cada remolque estacionado diseñado con un sistema eléctrico de 120 V o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V, debe soportar una prueba de rigidez dieléctrica sin ruptura del dieléctrico, aplicada entre los conductores puestos a tierra y los de fase y la tierra del remolque estacionado, a una tensión eléctrica de 900 V durante 1 minuto, o a una tensión eléctrica de 1080 V durante un segundo, con todos los des cerrados. Durante la prueba, todos los des y demás controles deben estar en la posición de conectado. Los luminarios y aparatos electrodomésticos instalados permanentemente no requieren pasar esta prueba.

Cada remolque estacionado debe sujetarse a lo siguiente:

(1) una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes metálicas están adecuadamente unidas; y

(2) las pruebas de operación para demostrar que todos los equipos están adecuadamente conectados y operando adecuadamente; y

(3) pruebas de polaridad para verificar que las conexiones han sido hechas apropiadamente, y

(4) Los receptáculos que requieran de un interruptor de circuito por falla a tierra (ICFT) deben ser probados para la correcta operación por medio de un dispositivo de prueba para ICFT.

b) Circuitos de baja tensión. Los conductores del circuito de baja tensión de cada remolque estacionado deben soportar un potencial aplicado sin ruptura eléctrica en una prueba de rigidez dieléctrica a una tensión

eléctrica de 500 V durante 1 min, o a una tensión eléctrica de 600 V durante 1 s. El potencial debe ser aplicado entre conductores puestos a tierra y de fase.

Se permite que la prueba de los circuitos de alumbrado se efectúe antes de que se instalen las luces, previendo que las cubiertas exteriores y la cabina interior hayan sido aseguradas. Se permite que el circuito de frenos sea probado antes de ser conectado a los frenos, previendo que el alambrado ha sido asegurado completamente.

ARTICULO 553-CONSTRUCCIONES FLOTANTES

A. Disposiciones generales

553-1. Alcance. Este Artículo cubre el alambrado, acometida, alimentadores y puesta a tierra de construcciones flotantes.

553-2. Definición

Construcción flotante. Una construcción como se define en el Artículo 100 que flota en el agua, está amarrado en un lugar permanentemente, y tiene un sistema de acometida en el predio alimentada a través de la conexión de un alambrado permanente a un sistema de suministro eléctrico no localizado en el predio.

553-3. Aplicación de otros Artículos. El alambrado de construcciones flotantes debe cumplir con las previsiones aplicables de otros Artículos de esta norma, excepto por lo que se modifique en este Artículo.

B. Acometidas y alimentadores

553-4. Localización del equipo de acometida. El equipo de acometida para una construcción flotante debe ubicarse adyacente a la construcción, pero no dentro o sobre la misma.

553-5. Conductores de acometida. Se permite que un juego de conductores de acometida alimente a más de un equipo de acometida.

553-6. Conductores alimentadores. Cada construcción flotante debe estar alimentada por un juego individual de conductores alimentadores desde su equipo de acometida.

Excepción: Cuando una construcción flotante tenga varios usuarios, se permite a cada usuario tener un juego de conductores alimentadores individual desde el equipo de acometida del usuario, hasta el tablero de distribución del mismo.

553-7. Instalación de acometidas y alimentadores

a) Flexibilidad. Debe mantenerse la flexibilidad del sistema de alambrado entre la construcción flotante y los conductores de alimentación. Todo el alambrado debe instalarse de tal manera que el movimiento del agua en su superficie o a su nivel, no resulte en condiciones inseguras.

b) Métodos de alambrado. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico o no metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios aprobados para alimentadores y donde se requieran conexiones flexibles para la acometida. Se permiten cables de energía de uso extra rudo aprobados tanto para lugares mojados como resistentes a la luz del Sol, así como alimentadores para una construcción flotante cuando se requiera flexibilidad.

NOTA: Véanse 555-1 y 555-6.

C. Puesta a tierra

553-8. Requisitos generales. La puesta a tierra de partes eléctricas y no eléctricas en una construcción flotante debe hacerse mediante la conexión a una barra de puesta a tierra en el tablero de alumbrado y control de la construcción. La barra de puesta a tierra debe estar puesta a tierra a través de un conductor de puesta a tierra de equipo, aislado de color verde que corra con los conductores alimentadores y conectado a una terminal puesta a tierra en el equipo de acometida. La terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida debe ponerse a tierra con el electrodo de puesta a tierra en la costa mediante el conductor aislado del electrodo de puesta a tierra.

553-9. Neutro aislado. El conductor del circuito puesto a tierra (neutro) debe ser un conductor aislado de color blanco. El conductor neutro debe conectarse a la terminal de puesta a tierra de equipo, en el equipo de acometida, y excepto por esta conexión, debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo, envolventes de equipo, y cualquier otra parte puesta a tierra. Las terminales del circuito neutro en el tablero de distribución, y en las cocinas unitarias para mostrador, secadoras de ropa, unidades de cocina montadas sobre barras de servicio, y otras similares, deben aislarse de las envolventes.

553-10. Puesta a tierra de equipos

a) Sistemas eléctricos. Todas las envolventes y partes metálicas expuestas de los sistemas eléctricos deben unirse a la barra de puesta a tierra.

b) Aparatos electrodomésticos conectados por cordón. Cuando requieran estar puestos a tierra los aparatos electrodomésticos conectados por cordón, deben estarlo por medio de un conductor de puesta a tierra de equipo en el cordón y una clavija del tipo de puesta a tierra.

553-11. Unión de partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica. Todas las partes metálicas en contacto con agua, toda la tubería metálica, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica que puedan energizarse, deben unirse a la barra de puesta a tierra del tablero de alumbrado y control.

ARTICULO 555-MARINAS Y MUELLES

555-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación del alambrado y equipo en áreas comprendidas en muelles fijos o flotantes, embarcaderos y otras áreas en marinas, diques, dársenas, atracaderos para yates, casas bote y otras ocupaciones similares que se usen con propósito de reparación, amarre, botado, almacenamiento o abastecimiento de combustible de pequeñas embarcaciones y amarre de construcciones flotantes.

555-2. Aplicación de otros Artículos. El equipo y alambrado para marinas y muelles deben cumplir con este Artículo y también con todas las condiciones aplicables de otros Artículos de esta norma.

NOTA: Para información adicional sobre la desconexión de las fuentes auxiliares de los barcos, véase el Apéndice B2.

555-3. Receptáculos. Cuando se suministre energía desde la costa, las instalaciones para botes de 6 m o menos de largo deben estar equipadas con receptáculos de no menos de 20 A del tipo de seguridad y de puesta a tierra.

Cuando se suministre energía desde tierra a instalaciones para botes de más de 6 m de largo, se deben proporcionar receptáculos de 30 A o más del tipo de seguridad y de puesta a tierra.

Los receptáculos de 15 A y 20 A, monofásicos, de 125 V o 127 V deben protegerse con interruptores de circuito de falla a tierra, diferentes a aquellos que suministran energía desde la costa a los botes ubicados en los muelles, embarcaderos, y otros lugares.

NOTA 1: Para las distintas configuraciones y capacidades nominales de los receptáculos y clavijas de seguridad y con puesta a tierra, así como para los receptáculos de seguridad del tipo puesta a tierra para instalaciones auxiliares de los barcos, véase el Apéndice B2.

NOTA 2: Al ubicar los receptáculos, se recomienda tener en cuenta el nivel máximo de la marea y la acción de las olas. Para establecer un plano de referencia, véase el Apéndice B2, para protección para marinas y puertos.

555-4. Medios de desconexiones. Debe suministrarse un medio de desconexión fácilmente accesible, mediante el cual cada embarcación pueda quedar aislada de su circuito de alimentación. El medio de desconexión debe consistir en un interruptor automático o desconectador, o ambos, y debe estar localizado a la vista desde la desconexión de alimentación en la costa y estar previsto para constituir el medio de interrupción de la alimentación a la embarcación.

555-5. Circuitos derivados. Cada receptáculo individual que suministre energía desde la costa a las embarcaciones, debe alimentarse desde una salida de energía o tablero de alumbrado y control mediante un circuito derivado individual del tipo de tensión eléctrica y capacidad nominales que correspondan a las del receptáculo.

NOTA: Los receptáculos de alimentación de tensión eléctrica diferentes a las tensiones marcadas en el receptáculo, pueden causar sobrecalentamiento o mal funcionamiento del equipo conectado. Por ejemplo si se alimentan cargas monofásicas, de tres hilos, a 120/240 V desde una fuente de tres hilos a 208Y/120 V.

555-6. Alimentadores y acometidas. La carga para cada conductor del alimentador y conductor de acometida que alimenta receptáculos que suministran energía desde la costa a embarcaciones, debe ser calculada como se indica a continuación:

De 1 a 4 receptáculos	100%	de la suma del valor nominal de los receptáculos
De 5 a 8	90%	"

De 9 a 14	80%	"
De 15 a 30	70%	"
De 31 a 40	60%	"
De 41 a 50	50%	"
De 51 a 70	40%	"
De 71 en adelante	30%	"

(a) En donde los lugares para atraque para embarcaciones tienen dos receptáculos específicamente para un muelle individual y estos receptáculos tienen diferentes tensiones (por ejemplo: uno de 30 A, 125 V, y otro de 50 A, 125/250 V), sólo se requiere calcular el receptáculo con la mayor demanda de kilowatts.

(b) Si la instalación que se monta incluye kilowatthorímetros auxiliares individuales para cada muelle, y se calcula usando los criterios mencionados en la sección 555-6, la demanda total de amperes se puede multiplicar por 0,9 para obtener la demanda final en amperes.

NOTA: Estos factores de demanda pueden ser inadecuados para áreas de calor o frío extremos, cuando los circuitos llevan equipos de aire acondicionado, calefacción o refrigeración.

555-7. Métodos de alambrado. El método de alambrado debe ser aprobado e identificado para uso en lugares mojados. En los alimentadores que deban tener cierta flexibilidad se permite el uso de cables portátiles de uso extra rudo aprobados tanto para lugares mojados como resistente a la luz del Sol.

NOTA: Para mayor información sobre los métodos de alambrado para diferentes lugares y para el establecimiento de planos de referencia, véase el Apéndice B2.

555-8. Puesta a tierra

a) Equipos puestos a tierra. Los siguientes elementos deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de equipo que corra junto con los conductores del circuito en una canalización o cable:

1) Cajas, envolventes y toda otra envolvente metálica.

2) Armazones metálicas de equipos de utilización.

3) Terminales puestas a tierra de receptáculos del tipo de puesta a tierra.

b) Tipo del conductor de puesta a tierra de equipo. El conductor de puesta a tierra de equipo debe ser un conductor de cobre aislado con un acabado exterior continuo de color verde, o verde con una o más franjas amarillas.

Excepción: Se permite identificar en los extremos el conductor de puesta a tierra de equipos de un cable de tipo MI.

c) Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipo. El conductor de cobre aislado de puesta a tierra de equipo debe calcularse de acuerdo con lo indicado en 250-95, pero no debe tener tamaño nominal menor que 3,31 mm^2 (12 AWG).

d) Conductor de puesta a tierra de equipo para circuitos derivados. El conductor aislado de puesta a tierra de equipo para circuitos derivados, debe terminar en una terminal puesta a tierra en un tablero de distribución remoto o en la terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida principal.

e) Conductor de puesta a tierra de equipo para alimentadores. Cuando un alimentador proporciona servicio a un tablero de distribución remoto, debe extenderse un conductor aislado de puesta a tierra desde una terminal puesta a tierra del equipo de acometida hasta la terminal puesta a tierra en el tablero de distribución remoto.

555-9. Alambrado sobre y bajo aguas navegables. El Alambrado sobre y bajo aguas navegables debe ser aprobado para ese uso.

555-10. Gasolinerías-Areas peligrosas (clasificadas). El equipo eléctrico y alambrado localizado en las gasolinerías debe cumplir con lo indicado en el Artículo 514.

555-11. Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida para muelles flotantes o marinas debe ubicarse adyacente a la construcción flotante, pero no dentro o sobre ésta.

4.6 EQUIPOS ESPECIALES

CAPITULO 6

ARTICULO 600-ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO DE REALCE

A. Disposiciones generales

600-1. Aplicación. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de conductores eléctricos y equipo para anuncios luminosos y alumbrado de realce como se definen en el Artículo 100.

Para tal efecto se considera cualquier tipo de anuncio luminoso fijo o portátil, iluminado exterior o interiormente con:

a) Tubos neón

b) Lámparas de descarga tales como: fluorescente, vapor de mercurio, vapor de sodio baja o alta presión

c) Lámparas incandescentes

d) Lámparas de aditivos metálicos y cualquier combinación de las anteriores.

600-2. Medios de desconexión. Cada instalación de alumbrado de realce y cada anuncio luminoso, deben controlarse por medio de un interruptor o desconectador accionado externamente, el cual abra todos los conductores portadores de corriente. Adicionalmente se permite la utilización de dispositivos de desconexión automática tales como: temporizadores y celdas fotoeléctricas, entre otros, de tal forma que los anuncios luminosos sólo estén energizados durante los periodos necesarios y así tener un mejor aprovechamiento de la energía.

a) El medio de desconexión debe estar a la vista del anuncio luminoso que controla

Excepción 1: Los anuncios luminosos operados por controles electrónicos o electromecánicos colocados fuera del anuncio luminoso, deben tener medios de desconexión visibles desde el lugar donde está ubicado el control. Los medios de desconexión deben desconectar al anuncio luminoso y al control de todos los conductores portadores de corriente de alimentación, y deben estar diseñados para que ningún polo pueda ser accionado independientemente. Los medios de desconexión y el control pueden ubicarse dentro de la misma envolvente. Los medios de desconexión deben tener forma para bloquearse en la posición de abierto.

b) Capacidad nominal del interruptor de control. Los medios de desconexión, interruptores de acción intermitente y dispositivos similares que controlen transformadores, deben tener capacidad para cargas inductivas de control, o una capacidad nominal en amperes de cuando menos el doble de la capacidad en amperes del transformador.

NOTA: Véase 380-14 para la capacidad y uso de los interruptores de resorte.

600-3. Envolventes utilizados como cajas de paso. El método de alambrado utilizado para alimentar anuncios luminosos o alumbrado de realce, debe terminar dentro del envolvente del transformador o del anuncio luminoso.

Excepción: Las envolventes de transformadores y anuncios luminosos pueden usarse como cajas de paso para conductores que alimenten a otros anuncios luminosos, aparatos de alumbrado de realce o proyectores adyacentes que formen parte del anuncio luminoso, siempre que los conductores que se prolonguen más allá del equipo, estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal de 20 A o menor.

600-4. Instrucciones. Todos los anuncios luminosos de cualquier tipo, fijos o portátiles, deben proveerse de instrucciones y deben instalarse de acuerdo con ellas.

600-5. Puesta a tierra. Los anuncios luminosos, canaletas, cajas terminales de tubos y otras estructuras metálicas, deben ponerse a tierra como se especifica en el Artículo 250.

Excepción. Partes metálicas separadas. Las partes metálicas separadas que no transportan corriente eléctrica, de un alumbrado de realce, pueden ponerse a tierra por conductores de tamaño nominal 2,08 mm^2 (14 AWG) y deben protegerse de daño físico y ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

600-6. Circuitos derivados

a) Capacidad. Los circuitos que alimentan lámparas, balastros y transformadores o combinaciones de éstos, deben tener una capacidad de acuerdo a la carga por alimentar.

b) Circuitos derivados. Cada edificio comercial y cada local de comercio que esté a nivel de la calle, accesible a los peatones, debe tener en la parte exterior por lo menos una salida para anuncios luminosos o alumbrado de realce. Esta salida debe alimentarse por un circuito derivado exclusivo de 20 A.

Excepción: Los corredores y pasillos interiores no deben considerarse como parte exterior de los edificios.

c) Carga mínima calculada. Debe considerarse una carga mínima de 1 200 VA, en el cálculo del circuito derivado que alimenta a anuncios luminosos o alumbrados de realce.

600-7. Marcado

a) Anuncios luminosos. Todos los anuncios luminosos deben marcarse con el nombre del fabricante, y en los de lámparas incandescentes se debe indicar el número de portalámparas que les corresponda; en el caso de anuncios luminosos basados en lámparas de descarga (tubos) se debe indicar la corriente eléctrica de entrada a plena carga y su tensión eléctrica nominal de entrada. La identificación del anuncio luminoso debe estar visible y permanente después de su instalación.

b) Transformadores. Para su identificación, los transformadores deben indicar en forma visible y permanente los datos de entrada en amperes o volts-amperes, la tensión eléctrica nominal de entrada, y la de salida en circuito abierto.

600-8. Envolventes. Las partes vivas que no sean lámparas ni tubos de neón deben estar encerradas.

a) Resistencia estructural. Las envolventes deben tener una apropiada resistencia estructural y rigidez.

b) Material. Los anuncios deben estar construidos de metal o de un material aprobado.

c) Protección del metal. Las partes metálicas del equipo deben estar protegidas contra la corrosión.

600-9. Anuncios portátiles. Los anuncios portátiles o sus secciones, letras, aparatos, símbolos y elementos similares que se utilicen con anuncios luminosos fijos, se deben usar solamente cuando cumplan con las disposiciones aplicables de esta norma y además deben cumplir los requisitos siguientes:

a) Receptáculo y clavija a prueba de intemperie. El receptáculo y clavija a prueba de intemperie debe contar con un polo de puesta a tierra, para cada conexión individual, aparato o anuncio.

b) Cordones. Todos los cordones deben ser del tipo de uso rudo como se designa en la Tabla 400-4 y deben ser de tres conductores, con uno para puesta a tierra, como se prevé en 600-9(a).

c) Altura del cordón. Ningún cordón debe estar a una altura menor que 3,0 m desde el nivel del suelo en distancia vertical.

600-10. Separaciones

a) Altura. La parte baja de los anuncios y alumbrado de realce debe estar a una altura no menor que 5 m por encima de áreas accesibles al tráfico de vehículos.

Excepción: La parte baja puede estar a menos de 5,0 m por encima de áreas accesibles a vehículos, si está protegida contra daños materiales.

600-11. Anuncios luminosos portátiles exteriores. El alambrado de un anuncio luminoso portátil o móvil exterior, debe estar accesible fácilmente y tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal. Dicho interruptor debe localizarse en el cordón de la fuente de alimentación a una distancia no mayor que 30 cm del receptáculo alimentador. Los soportes de los conductores de corriente eléctrica especificados en esta Sección deben considerarse como parte integral del anuncio.

B. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de 1 000 V o menos

600-21. Instalación de conductores

a) Método de alambrado. Los conductores deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, no metálico tipo pesado, metálico flexible, metálico flexible hermético a los líquidos, no metálico flexible hermético a los líquidos, cable con envolvente metálica, cable tipo AC, ductos metálicos, cables con envolvente metálica o aislamiento mineral, y postes metálicos que cumplan con los requisitos indicados en 410-15(b).

b) Aislamiento y tamaño nominal. Los conductores deben ser de un tipo aprobado para uso general y deben ser de tamaño nominal no menor que 2,08 mm^2 (14 AWG).

Excepción 1: Los conductores pueden ser de un tamaño nominal no menor que 0,824 mm^2 (18 AWG) del tipo especificado en la Tabla 402-3, para los casos indicados a continuación:

a) Anuncios luminosos portátiles.

b) Las terminales cortas permanentemente unidas a portalámparas o balastros para lámparas de descarga.

c) Las terminales alambradas en canales, que estén permanentemente unidas a portalámparas de lámparas de descarga o balastros de descarga eléctrica y que no tengan una longitud mayor que 2,4 m.

d) En los anuncios luminosos con varias lámparas incandescentes múltiples, que necesitan un conductor para un control a una o más lámparas y cuya carga total no sea mayor que 250 W, si forman parte de un cable dos o más conductores.

Excepción: Se permite el uso de conductores de tamaño nominal no menor que 0,519 mm^2 (20 AWG) como terminales cortas permanentemente unidas a motores síncronos.

e) Expuestos a la intemperie. Los conductores en canalizaciones, cables blindados o envolventes expuestas a la intemperie, deben ser del tipo con cubierta de plomo u otro tipo especial aprobado para estas condiciones.

Excepción: Esto no se aplica cuando las canalizaciones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, no metálico tipo pesado, o las envolventes, son herméticas a la lluvia e instalados de forma que drenen.

f) Número de conductores en canalizaciones. Los conductores incluyendo su aislamiento en una canalización para anuncios luminosos no deben rebasar una ocupación máxima de 40% del área interior útil de la canalización.

600-22. Portalámparas. Los portalámparas deben ser del tipo sin interruptor, con cuerpo de material aislante adecuado y construidos e instalados para que no puedan girar. Los casquillos tipo roscado de los portalámparas de los anuncios luminosos, en circuitos puestos a tierra, deben conectarse al conductor puesto a tierra del circuito.

600-23. Conductores en anuncios y canaletas. Los conductores dentro de anuncios y canaletas de alumbrado de realce, deben sujetarse firmemente y protegerse mecánicamente.

600-24. Protección de conductores. Se deben utilizar boquillas para proteger los conductores alimentadores que traspasen envolventes.

C. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de más de 1 000 V

600-31. Instalación de conductores

a) Métodos de alambrado. Los conductores deben instalarse como conductores ocultos sobre aisladores, en tubo (conduit) metálico, tipo ligero, semipesado y pesado, tubo (conduit) rígido no metálico, tubo (conduit) metálico flexible, tubo (conduit) metálico flexible a prueba de líquidos, en tubería metálica eléctrica o cable tipo MC.

NOTA: Véase 600-5 para requerimientos de puesta a tierra.

Excepción: Se permite el uso de tubo (conduit) flexible hermético a los líquidos, donde se requiere flexibilidad y cuando esté expuesto a condiciones corrosivas.

b) Aislamiento y tamaño nominal. Los conductores deben ser para una tensión eléctrica no menor que la del circuito y deben ser de tamaño nominal no menor que 2,08 mm^2 (14 AWG).

Excepción: Se permite el uso de conductores de tamaño nominal no menor que 0,824 mm^2 (18 AWG) en las siguientes condiciones:

1) Como terminales de longitud no mayor que 2,4 m permanentemente fijas a portalámparas o a balastros para lámparas de descarga eléctrica, si dichas terminales están encerradas en un canal de alambrado.

2) En anuncios luminosos sobre vidrieras de exhibición o anuncios luminosos pequeños portátiles, como terminales de una longitud no mayor que 2,4 m desde las terminales del tubo a los devanados del secundario del transformador, si están permanentemente fijos dentro de la envolvente del transformador.

c) Curvas en conductores. Se deben evitar curvas pronunciadas en los conductores.

d) Conductores ocultos sobre aisladores en interiores. Los conductores ocultos sobre aisladores deben estar separados entre sí y de todos los demás objetos, excepto de los aisladores donde están montados, por una distancia no menor que 4 cm para tensiones eléctricas mayores de 10 000 V y no menor que 2,5 cm para tensiones eléctricas de 10 000 V o menos. Deben instalarse en canaletas revestidas con material no combustible y no deben utilizarse para otro propósito, excepto para los conductores primarios del circuito, los que se permiten en el mismo canal. Los aisladores deben ser de material no combustible y no absorbente.

No se permiten conductores ocultos sobre aisladores en el exterior de la envolvente del anuncio.

e) Conductores en tubería. Cuando los conductores tengan una cubierta de plomo u otra cubierta metálica, ésta debe prolongarse más allá del extremo final de la tubería, y la superficie del cable no debe dañarse donde termina su cubierta, de acuerdo con lo siguiente:

1) En lugares húmedos o mojados, el aislamiento de los conductores debe prolongarse más allá de la cubierta metálica o canalización a no más de 10 cm para tensiones eléctricas mayores a 10 000 V, 7,5 cm para tensiones eléctricas mayores a 5 000 V, pero menores a 10 000 V, y 5 cm para tensiones eléctricas de 5 000 V o menos.

2) En lugares secos, el aislamiento se debe prolongar más allá de la cubierta metálica o canalización no menos de 6,4 cm para tensiones eléctricas mayores de 10 000 V, 5 cm para tensiones eléctricas mayores de 5 000 V pero no mayores a 10 000 V y 4 cm para tensiones eléctricas de 5 000 V o menos.

3) Para los conductores conectados a las terminales de puesta a tierra del punto medio no se necesita separación.

4) Un tubo (conduit) metálico que contenga un solo conductor, de una terminal secundaria de un transformador, no debe exceder una longitud de 6 m.

f) Aparadores y lugares similares. Los conductores que cuelgan libremente en el aire, lejos de material combustible, y que no estén sujetos a daño físico como en algunos aparadores de exhibición, deben aislarse únicamente para la tensión eléctrica de diseño del conductor, sin necesitar de alguna otra protección.

g) Entre el tubo de descarga y el punto medio puesto a tierra. Los conductores pueden ser instalados desde el extremo del tubo, hasta los bornes del punto medio puesto a tierra de los transformadores diseñados específicamente para este fin y provistos de terminales en el punto medio. Cuando tales conexiones son hechas al punto medio puesto a tierra del transformador, las conexiones entre las terminales de alta tensión del transformador y los extremos de la línea del tubo de descarga deben ser lo más cortas posible.

600-32. Transformadores

a) Tensión eléctrica. La tensión eléctrica en el circuito abierto del secundario del transformador no debe ser mayor que 15 000 V, con una tolerancia para pruebas de 1 000 V adicionales. En los transformadores con un extremo puesto a tierra, la tensión eléctrica en circuito abierto del secundario no debe ser mayor que 7 500 V, con una tolerancia para pruebas de 500 V adicionales.

b) Tipo y capacidad. Los transformadores deben ser adecuados para uso con tubo de descarga eléctrica y tener una capacidad máxima de 4 500 VA.

Los transformadores del tipo de núcleo y devanados abiertos, deben limitarse a una tensión eléctrica en el secundario no mayor que 5 000 V, con una tolerancia de 500 V para pruebas, y utilizarse sólo en anuncios pequeños portátiles dentro de inmuebles.

Los transformadores para instalaciones de alumbrado de realce con tubo neón, deben tener una capacidad de corriente en el secundario no mayor que 60 mA.

Excepción: Donde los transformadores y todo el alambrado conectado a ellos estén instalados de acuerdo con las disposiciones del Artículo 410 para alumbrado con lámparas de descarga de la misma tensión.

c) Expuestos a la intemperie. Los transformadores para uso en exteriores deben ser del tipo a prueba de intemperie o protegerse ubicándolos dentro del cuerpo del anuncio luminoso o en una caja metálica por separado.

d) Conexión del secundario del transformador. Los devanados de alta tensión de los transformadores no deben conectarse en paralelo o en serie.

Excepción 1: Si se tienen dos transformadores, cada uno de los cuales tiene una de sus terminales de alta tensión conectada a la cubierta metálica, se pueden conectar los devanados de alta tensión eléctrica en serie para formar el equivalente de un transformador con su punto medio puesto a tierra. Las terminales puestas a tierra deben conectarse por conductores aislados de tamaño nominal no menor que 2,08 mm^2 (14 AWG).

Excepción 2: Los transformadores para anuncios luminosos pequeños portátiles, vidrieras de exhibición y lugares similares, se pueden conectar en serie cuando estén equipados con terminales permanentemente fijas al devanado secundario dentro de la envolvente del transformador y las conexiones no deben extenderse más allá de 2,44 m de la cubierta que une los extremos de la tubería y los conductores deben ser de tamaño nominal no menor que 0,824 mm^2 (18 AWG).

e) Accesibilidad. Los transformadores deben ubicarse en lugares accesibles y deben sujetarse firmemente.

f) Espacio de trabajo. Cuando un transformador no esté instalado dentro de un anuncio, se debe proveer alrededor del transformador o de su cubierta, un espacio de trabajo de 1,0 m por 1,0 m horizontalmente y por lo menos de 1,0 m de altura.

g) Ubicación en plafones. Los transformadores pueden instalarse en plafones, siempre que haya un acceso de 90 cm de altura y 60 cm de ancho provisto de un pasillo adecuado, permanente y fijo, con un ancho no menor que 30 cm y que se extienda desde un punto de entrada al plafón hasta cada transformador.

(Continúa en la Sexta Sección)

SEXTA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

(Viene de la Quinta Sección)

600-33. Tubos luminosos de descarga eléctrica

a) Diseño. Los tubos luminosos deben ser de longitud y diseño tales que no produzcan una sobretensión continua en el transformador.

b) Soporte. Los tubos luminosos deben estar adecuadamente sostenidos en soportes de material no combustible y no absorbente. Los soportes de los tubos deben ser ajustables cuando sea factible.

c) Contacto con materiales inflamables y otras superficies. Los tubos no deben tener contacto con materiales inflamables y deben estar ubicados donde no estén expuestos normalmente a daños materiales. Cuando los tubos trabajen a tensiones mayores de 7 500 V, sus soportes deben ser de material aislante no combustible y no absorbente, que mantenga una separación no menor que 6 mm entre el tubo y la superficie más próxima.

600-34. Terminales y portaelectrodos de los tubos de descarga eléctrica.

a) Terminales. Las terminales de los tubos deben ser inaccesibles a personas no idóneas y estar separadas de materiales combustibles y de metal conectado a tierra, o bien estar encerradas en cubiertas. En este último caso, las terminales deben separarse de metal puesto a tierra y de material combustible, por medio de un material aislante no combustible y no absorbente o por un espacio libre en aire de 4 cm. Las terminales deben estar preparadas para que las conexiones no hagan falsos contactos y con el fin de evitar calentamiento y pérdidas de energía. Las terminales no deben estar sometidas a esfuerzos mecánicos.

b) Conexiones de tubos sin usar portaelectrodos. Si no se usan portaelectrodos especiales para el objeto, las partes vivas de las terminales de los tubos y de los conductores, deben soportarse en tal forma que se mantenga una separación de por lo menos 4 cm entre conductores o entre conductores y cualquier parte metálica conectada a tierra.

c) Portaelectrodos. Los portaelectrodos para los tubos deben ser de material aislante, no combustible y no absorbente.

d) Boquillas. Donde los electrodos entren a la envolvente de anuncios luminosos para exteriores o interiores, que funcionen a una tensión eléctrica mayor que 7 500 V, deben usarse boquillas de paso, a menos que se haya provisto de portaelectrodos. Los soportes más próximos a las conexiones terminales deben quedar a no más de 15 cm del electrodo.

e) Aparadores. En los anuncios luminosos de tipo descubierto para aparadores, las terminales deben estar encerradas en portaelectrodos aprobados para este fin y evitar falsos contactos y pérdidas de energía.

f) Sellado de portaelectrodos y boquillas. Para impedir la entrada de polvo o humedad pueden utilizarse sellos flexibles no conductores para tapar la abertura entre el tubo y el portaelectrodo o boquilla. Este sello no debe estar en contacto con material conductor puesto a tierra y no debe confiarse en él como aislamiento del tubo.

g) Cubierta de metal. Las cubiertas de metal para electrodos deben tener una chapa metálica de espesor no menor que 0,7 mm (No. 24 SSG).

h) Envolventes de material aislante. Las envolventes de material aislante deben ser no combustibles, no absorbentes y adecuadas para la tensión eléctrica del circuito.

i) Partes vivas. Las partes vivas deben estar encerradas o adecuadamente resguardadas para impedir cualquier contacto.

600-35. Interruptores en puertas. Las puertas o tapas que den acceso a partes no aisladas de anuncios luminosos para interiores o alumbrado de realce, de tensiones nominales mayores que 600 V y accesibles al público en general, deben estar provistas de desconectadores de bloqueo que, al abrir las puertas o retirar las tapas, desconecten el circuito primario, o estén fijadas de tal manera que para abrirlas se necesiten herramientas especiales.

600-36. Alumbrado de realce fijo y avisos luminosos de tipo de estructura para uso interior

a) Soporte de tubos. Los tubos de gas deben soportarse independientemente de los conductores, por medio de aisladores de material no combustible no absorbente, tal como vidrio o porcelana, o suspenderse con alambres o cadenas adecuadas.

b) Transformadores. Se deben instalar en envolventes metálicos y tan cerca como sea posible del sistema de tubos de gas.

c) Conductores del secundario. Los conductores del secundario para los transformadores, deben aislarse de la tensión eléctrica del circuito y deben estar encerrados en canalización metálica puesta a tierra.

Excepción: Los conductores que no excedan de 1,2 m de longitud entre el tubo de gas y la envolvente metálica adyacente, pueden alojarse en otro tipo de canalización tal como vidrio continuo o mangas aislantes.

600-37. Anuncios luminosos portátiles de tubos de gas para aparadores de uso interior. Esta Sección se aplica a las instalaciones y al uso de anuncios luminosos portátiles basados en tubos de gas.

a) Ubicación. Los anuncios luminosos portátiles con tubos de gas se deben usar solamente en interiores.

b) Transformador. El transformador debe ser del tipo ventana o estar dentro de una envolvente metálica.

c) Conductores de alimentación. Los conductores de alimentación deben ser de cordón tipo uso rudo o extrarrudo que contenga un conductor de puesta a tierra de equipo. El cordón debe tener una longitud no mayor que 3 m.

d) Conductores secundarios. Los conductores secundarios deben tener una longitud no mayor que 1,8 m y deben instalarse donde no estén expuestos a daño mecánico, deben aislarse de la tensión eléctrica del circuito y deben protegerse por un tubo de vidrio continuo u otros mangos aislantes o tubería.

e) Puesta a tierra. Los transformadores y las partes metálicas unidas que no transportan corriente eléctrica deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

f) Soportes. Los anuncios luminosos portátiles interiores deben mantenerse en su lugar por un número de ganchos abiertos no mayor que dos, sujetos a la estructura del transformador.

ARTICULO 604-SISTEMAS DE ALAMBRADO PREFABRICADOS

604-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican al alambrado instalado en campo utilizando subconjuntos prefabricados, para circuitos derivados, paneles de control, circuitos de control remoto, de señalización y de comunicaciones en áreas accesibles.

604-2. Definición. Sistema de alambrado prefabricado: Es un sistema formado por componentes ensamblados en fábrica, y no pueden ser inspeccionados en el sitio donde se instalen, sin dañar o destruir el propio conjunto ensamblado, por lo cual sus conexiones internas no deben tener falsos contactos para evitar calentamiento y consumos innecesarios de energía.

604-3. Otros Artículos. Se deben cumplir los requisitos de todos los otros Artículos aplicables de esta norma, excepto por las modificaciones establecidas en este Artículo.

604-4. Uso permitido. Se permite el uso de sistemas de alambrado prefabricados, en lugares visibles, secos, accesibles y dentro de plafones y espacios usados para aire ambiental cuando estén aprobados para esta aplicación y se instalen de acuerdo con lo indicado en 300-22.

Excepción 1: En espacios ocultos, se permite que un extremo de un cable en derivación, se extienda dentro de muros huecos accesibles, para terminar en un desconectador o en una salida eléctrica.

Excepción 2: Para instalaciones exteriores, cuando están aprobadas para ese uso.

604-5. Uso no permitido. Cuando los conductores o cables se limiten por las disposiciones de los Artículos 333 y 334.

604-6. Construcción

a) Tipos de cable o tubo (conduit). Los sistemas de alambrado prefabricados pueden ser de uno de los tipos indicados a continuación:

1) Los cables deben ser armados o tener cubierta metálica de un tipo aprobado y deben contener conductores de cobre aislados de 600 V nominales, de tamaño nominal de 5,26 mm^2 o de 3,31 mm^2 (10 AWG o 12 AWG) con un conductor de cobre aislado o desnudo para conexión a tierra, equivalente en área de sección transversal a un conductor activo o portador de corriente.

2) La canalización debe ser tubo (conduit) metálico flexible y aprobado para contener conductores de cobre aislados de tamaño nominal de 5,26 mm^2 o de 3,31 mm^2 (10 AWG o 12 AWG) para 600 V nominales con un conductor de cobre para conexión puesta a tierra, equivalente en área de sección transversal a la de un conductor activo o portador de corriente.

Excepción 1: para los incisos (1) y (2): Para conectar un aparato, se permite una derivación de longitud máxima de 1,8 m con conductores menores de 3,31 mm^2 (12 AWG) pero no menores de 0,824 mm^2 (18 AWG).

Excepción 2: para los incisos (1) y (2): Para circuitos de control remoto, señalización o comunicaciones, se permite el uso de conductores menores de 3,31 mm^2 (12 AWG). El sistema de alambrado debe estar aprobado para este uso.

3) Cada subconjunto prefabricado debe marcarse para identificar el tipo de cable o canalización.

b) Receptáculos y clavijas. Los receptáculos y clavijas deben ser con bloqueo de seguridad debidamente polarizados e identificados para este uso.

c) Otros componentes. Otros componentes del sistema deben estar aprobados para el uso.

604-7. Salidas no utilizadas. Todas las salidas disponibles no utilizadas, deben ser tapadas para cerrar efectivamente las aberturas de los receptáculos y así evitar accidentes.

ARTICULO 605-INSTALACIONES EN OFICINAS

(Accesorios de alumbrado y alambrado de muros prefabricados)

605-1. Alcance. Esta Sección se refiere a equipo eléctrico, accesorios de alumbrado y sistemas de alambrado usados para conectar, colocar dentro, o instalar en muros alambrados prefabricados.

605-2. Generalidades. Los sistemas de alambrado se deben identificar como apropiados para suministrar energía a los accesorios y aparatos eléctricos de alumbrado en muros prefabricados. Estos muros no deben extenderse desde el piso hasta el techo.

a) Usos. Estos conjuntos deben instalarse y usarse sólo como se indica en este Artículo.

b) Otros Artículos. Se deben cumplir los requisitos de todos los Artículos aplicables de esta norma, excepto las modificaciones requeridas en este Artículo.

c) Areas peligrosas (clasificadas). Cuando se usen muros alambrados prefabricados en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir con los Artículos 500 a 517, además de lo indicado en éste.

605-3. Canalizaciones. Todos los conductores y las conexiones deben estar dentro de ductos o canalizaciones metálicas para alambrado o de otro material adecuado para las condiciones de uso. Los ductos o canalizaciones del alambrado deben estar libres de protuberancias u otras condiciones que puedan dañar al aislamiento del conductor. No se deben utilizar como canalización el tubo (conduit) de Polietileno indicado en el Capítulo 332.

605-4. Conexiones entre muros. La conexión eléctrica entre muros debe ser un ensamble flexible adecuado para este uso.

Excepción: Se permite cordón flexible para la conexión entre muros siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:

a) Que el cordón sea del tipo para uso extrarrudo.

b) Que los muros estén mecánicamente contiguos.

c) Que el cordón no sea más largo de lo necesario para la máxima separación entre los muros y que no exceda de 60 cm.

d) Que el cordón termine en una clavija y en un receptáculo, con seguridad a la tensión mecánica.

605-5. Accesorios de alumbrado. El equipo de alumbrado apropiado para usarse en muros alambrados debe cumplir con los requisitos siguientes:

a) Soporte. Se debe contar con medios de unión o soporte seguros.

b) Conexión. Cuando se utilice una conexión de cordón y clavija, la longitud del cordón debe ser adecuada para el uso que se pretende, pero no debe exceder de 2,7 m de longitud. El cordón debe ser del tipo para uso rudo, de tamaño nominal no menor que 0,824 mm^2 (18 AWG) y debe contener un conductor de conexión de puesta a tierra. Si se emplea otro tipo de conexiones, deben identificarse como adecuadas para este uso.

c) Salida del receptáculo. No se permiten salidas del receptáculo en los accesorios de alumbrado.

605-6. Muros de tipo fijo. Los muros alambrados que estén unidos permanentemente a una parte del edificio, deben estar conectados al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-7. Muros de tipo no permanente. Los muros que no estén unidos permanentemente a una parte del edificio, pueden estar conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-8. Muros del tipo no permanente, conectados con cordón y clavija. Los muros individuales de tipo no permanente o grupos de muros individuales que estén eléctricamente unidos y que no excedan de 9 m, cuando sean ensamblados, pueden estar conectados al sistema eléctrico del edificio por un cordón flexible con clavija, siempre que satisfagan los siguientes requisitos:

a) **Cordón alimentador flexible.** El cordón alimentador flexible no debe exceder de 60 cm de longitud y debe ser del tipo para uso extrarrudo con conductores de 3,31 mm^2 (12 AWG) o mayores, con un conductor de conexión de puesta a tierra aislado.

b) **Receptáculos para suministro de energía.** El receptáculo que suministre la energía eléctrica, debe estar alimentado por un circuito independiente que sirva exclusivamente a los muros y no a otras cargas, y debe ubicarse a no más de 30 cm del muro que alimente.

c) **Máximo número de salidas de los receptáculos.** Los muros individuales o grupos interconectados, no deben tener más de 10 salidas de receptáculos de 15 A, 120 V o 127 V.

d) **Circuitos multiconductores.** Los muros individuales o grupos de muros individuales interconectados no deben contener circuitos multiconductores.

NOTA: Véase 210-4 para circuitos derivados multiconductores que alimenten a los muros indicados en 605-6 y 605-7.

ARTICULO 610-GRUAS Y POLIPASTOS

A. Disposiciones generales

610-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de equipo eléctrico y la instalación eléctrica relacionada con grúas y polipastos, polipastos de monorriel y de todo tipo de carriles.

610-2. Requisitos especiales para áreas particulares

a) **Areas peligrosas (clasificadas).** Todo equipo que funcione en un área clasificada como peligrosa debe cumplir con el Artículo 500.

1) El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de gases o vapores inflamables debe cumplir con el Artículo 501.

2) El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de polvos combustibles debe cumplir con el Artículo 502.

3) El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de fibras o pelusas de fácil ignición debe cumplir con el Artículo 503.

b) **Materiales combustibles**. Si la grúa, polipasto o polipasto de monorriel opera sobre materiales de fácil combustión, las resistencias eléctricas deben instalarse de acuerdo con las siguientes condiciones:

(1) En un gabinete bien ventilado, de material no combustible y construido de forma que no emita llamas o metal fundido.

(2) En una jaula o cabina hecha de material no combustible que rodee todos sus lados desde el piso hasta un punto ubicado como mínimo a 15 cm por encima del nivel superior de dichas resistencias.

c) **Celdas electrolíticas en línea.** Véase 668-32.

B. Alambrado

610-11. Métodos de alambrado. Los conductores deben instalarse en canalizaciones o ser cable Tipo AC con el conductor de puesta a tierra aislado, cable tipo MC o MI, a menos que se permita de otra manera en los siguientes incisos (a) a (e):

(a) Los conductores de contacto no requieren encerrados en canalizaciones.

(b) No se requiere que longitudes cortas de conductores descubiertos en las resistencias, colectores, o troles y otro equipo, estén encerrados en canalizaciones.

(c) Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles para motores y equipo similar, deben instalarse conductores flexibles dentro de tubo (conduit) metálico flexible, metálico flexible hermético a los líquidos, no metálico flexible hermético a los líquidos, cable multiconductor o una canalización no metálica aprobados.

(d) Cuando se utilice cable multiconductor en una estación de botones colgante, ésta debe estar soportada de una manera satisfactoria que proteja a los conductores eléctricos contra los esfuerzos de la tensión mecánica.

(e) Cuando se requiere flexibilidad para alimentar energía o controlar partes en movimiento, se permite el uso de un cordón o cable flexible adecuado para el propósito, siempre que:

(1) Se suministre liberación satisfactoria contra esfuerzos de tracción y protección contra daño físico; y

(2) En áreas peligrosas (clasificadas) dentro de la Clase 1, División 2, el cable debe estar aprobado para uso extrarrudo.

610-12. Accesorios terminales de canalización o cable. Los conductores o los cables que salgan de una canalización deben cumplir con una de las siguientes condiciones:

a) Abertura independiente con boquilla. Cuando la trayectoria de conductores cambie del tipo de instalación en cable o en canalización a una instalación de tipo visible, debe utilizarse una caja o accesorio terminal que esté provisto con abertura independiente emboquillada para cada conductor. Un accesorio usado para este propósito no debe tener derivaciones, tomas de corriente eléctrica, ni empalmes y no debe usarse como caja de salida para aparatos.

b) Boquilla en lugar de caja. Se permite utilizar una boquilla en lugar de una caja al final de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, donde la canalización termine en motores de corriente eléctrica continua de carcasa abatible, controles no encerrados o equipo similar, incluyendo conductores de contacto, colectores o troles, resistencias, frenos y desconectadores de límite operando en el circuito de fuerza.

610-13. Tipo de conductores. Los conductores deben cumplir con lo indicado en la Tabla 310-13.

Excepción 1: Los conductores expuestos al calor exterior o conectados a resistencias, deben tener una cubierta exterior resistente a la flama o deben estar cubiertos con cinta resistente a la flama, individualmente o en grupos.

Excepción 2: Los conductores de contacto a lo largo de trabes, puentes de grúas y monorrieles pueden ser desnudos y deben ser de cobre, aluminio, acero, u otras aleaciones o combinaciones de estos metales en forma de alambre duro estirado, de perfil redondo, en "T", angular, rieles en "T", u otra forma rígida.

Excepción 3: Donde se requiera flexibilidad, se permite emplear cordones o cables flexibles con carretes enrolladores o dispositivos recuperadores.

610-14. Tamaño nominal de los conductores y capacidad de conducción de corriente

a) Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente permitida en los conductores se indica en la Tabla 610-14(a):

NOTA- Para la capacidad de conducción de corriente de los conductores entre controladores y resistencias véase 430-23.

TABLA 610-14(a). Capacidad de conducción de corriente (A) para conductores de cobre aislados basados en una temperatura ambiente de 30°C, utilizados para motores de grúas y polipastos, con régimen de trabajo de corta duración, hasta cuatro conductores en canalizaciones o cable (*). Hasta tres conductores de c.a. (**) o cuatro en c.c. (*) en canalización o cable.

Temperatura máxima de operación		75°C		90°C		125°C	
Tamaño nominal mm^2 (AWG o kcmil)		Tipos MTW, RHW, THW, THW-LS, XHHW, DRS, THWN		Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, ZW		Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, ZW	
mm^2	AWG	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min
1,31	(16)	10	12	31	32	38	40
2,08	(14)	25	26	36	40	45	50
3,31	(12)	30	33	49	52	60	65
5,26	(10)	40	43	63	69	73	80

8,37	(8)	55	60				
13,3	(6)	76	86	83	94	101	119
16,8	(5)	85	95	95	106	115	134
21,2	(4)	100	117	111	130	133	157
26,7	(3)	120	141	131	153	153	183
33,6	(2)	137	160	148	173	178	214
	(1)	143	175	158	192	210	253
	(1/0)	190	233	211	259	253	304
	(2/0)	222	267	245	294	303	369
	(3/0)	280	341	305	372	370	452
	(4/0)	300	369	319	399	451	555
127	(250)	364	420	400	461	510	635
152	(300)	455	582	497	636	587	737
177	(350)	486	646	542	716	663	837
203	(400)	538	688	593	760	742	941
253	(500)	660	847	726	914	896	1143
FACTOR DE CORRECCION PARA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE							
Temperatura ambiente °C		Para temperaturas ambientes diferentes a 30°C multiplicar la capacidad de conducción de corriente mostrada arriba por el factor correspondiente abajo indicado					
21-25		1,05	1,05	1,04	1,04	1,02	1,02
26-30		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35		0,94	0,94	0,96	0,96	0,97	0,97
36-40		0,88	0,88	0,91	0,91	0,95	0,95
41-45		0,82	0,82	0,87	0,87	0,92	0,92
46-50		0,75	0,75	0,82	0,82	0,89	0,89
51-55		0,67	0,67	0,76	0,76	0,86	0,86
56-60		0,58	0,58	0,71	0,71	0,83	0,83
61-70		0,33	0,33	0,58	0,58	0,76	0,76
71-80				0,41	0,41	0,69	0,69
81-90						0,61	0,61
91-100						0,51	0,51
101-120						0,40	0,40

NOTA- Otros aislamientos indicados en las Tablas 310-13 y aprobados para lugares y temperaturas específicos se permite sustituirlos por los indicados en la Tabla 610-14 a). Las capacidades de conducción de corriente de los conductores utilizados para motores para servicio de 15 minutos, deben ser las de 30 minutos incrementadas en 12%.

(*) Para cinco a ocho conductores de fuerza energizados simultáneamente y alojados en tubo (conduit), canalización o cable, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de fuerza se reduce a un valor equivalente a 80% del valor mostrado en esta tabla.

(**) Para cuatro a seis conductores de fuerza de c.a. energizados simultáneamente a 125°C y alojados en tubo (conduit), canalización o cable, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de fuerza se reduce a un valor equivalente al 80% del valor mostrado en esta tabla.

b) Conductores para resistencias de control (secundarias). Cuando las resistencias de control (secundarias) estén separadas del controlador, el tamaño nominal mínimo de los conductores entre las resistencias y el controlador, se debe calcular multiplicando la corriente eléctrica secundaria del motor por el factor adecuado tomado de la Tabla 610-14 b), y seleccionar el conductor adecuado de la Tabla 610-14(a).

TABLA 610-14 (b)

Factores para determinar la capacidad de conducción de corriente de los conductores entre el controlador y las resistencias de control (secundarias) de grúas.	
Tiempo en segundos	Capacidad de conducción de la corriente secundaria a plena carga

Energizadas (conectadas)	Sin energía (desconectadas)	Por ciento
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

c) Tamaño nominal mínimo. Los conductores externos a motores y a controladores no deben ser menores de 1,31 mm^2 (16 AWG).

Excepción 1: En circuitos de control con no más de 7 A, se permite el uso de conductor de tamaño nominal de 0,824 mm^2 (18 AWG), en cordones multiconductores.

Excepción 2: En circuitos electrónicos se permite el uso de conductores de tamaño nominal no menor que 0,519 mm^2 (20 AWG).

d) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la indicada en la Tabla 610-14 a) para conductores de 75ºC, y en ningún caso deben ser menores que lo siguiente:

Distancias entre aisladores extremos de tensión mecánica o soportes intermedios del tipo mordaza	**Designación del conductor**
	Tamaño nominal mm^2 (AWG)
Menos de 9 m	13,3 (6)
9 a 18 m	21,2 (4)
más de 18 m	33,6 (2)

e) Cálculo de la carga de motores

1) Para un motor, se debe tomar como base 100% de la corriente eléctrica a plena carga indicada en su placa de datos.

2) Para una grúa o polipasto, con varios motores, la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores que los alimentan debe ser la suma de corriente eléctrica nominal de plena carga (en amperes) indicada en la placa de datos del motor más grande o grupo de motores, más 50% de la corriente eléctrica nominal (en amperes) a plena carga de la placa de datos del motor inmediato más grande o grupo de motores, usando la columna de la Tabla 610-14 (a) que aplique al motor con el mayor tiempo de régimen de trabajo.

3) Para varias grúas o polipastos o ambas cosas, alimentados con un sistema común de conductores, se debe calcular la capacidad de conducción de corriente mínima para los motores de cada grúa como se indica en 610-14(e), sumar todas las capacidades de conducción de corriente y multiplicar la suma por el factor de demanda adecuado de la Tabla 610-14(e).

TABLA 610-14 e). Factores de demanda

Número de grúas o polipastos	**Factor de demanda**
2	0,95
3	0,91
4	0,87
5	0,84
6	0,81
7	0,78

f) **Otras cargas.** Las cargas adicionales, tales como calefacción, alumbrado, electroimanes y aire acondicionado, deben regirse por la aplicación de las Secciones correspondientes de esta norma.

g) **Placa de datos.** Cada grúa, monorriel o polipasto debe tener una placa de datos, visible, con lo siguiente: Nombre del fabricante, valores nominales de tensión eléctrica, frecuencia, número de fases y la capacidad de corriente del circuito, calculada según lo indicado en 610-14 (e) y (f).

610-15. Conductores de retorno común. Cuando una grúa o polipasto es accionado por más de un motor, puede utilizarse un conductor de retorno común con capacidad de conducción de corriente adecuada.

C. Conductores de contacto

610-21. Instalación de los conductores de contacto. Los conductores de contacto deben cumplir con los incisos a) al h) descritos a continuación:

a) **Ubicación y resguardo de los conductores de contacto.** Los conductores de contacto de trabes carril deben estar resguardados, y los conductores de contacto del puente deben estar ubicados y resguardados de manera que las personas no puedan hacer contacto accidental con las partes energizadas.

b) **Conductores de contacto**. Los conductores que se utilicen como conductores de contacto deben estar fijos en sus extremos por medio de aisladores de tensión y deben montarse sobre aisladores, de forma que el límite de desplazamiento del conductor no lo aproxime a menos de 40 mm de la superficie sobre la que está instalado el conductor.

c) **Soportes a lo largo de trabes carril**. Los conductores de contacto instalados a lo largo de las trabes carril deben estar sostenidos por soportes aislantes colocados a intervalos no mayores a 6 m.

Excepción: Los soportes para conductores de rieles puestos a tierra como está previsto en (f) siguiente, no necesitan ser del tipo aislante.

Dichos conductores deben estar separados entre sí no menos de 150 mm, excepto en los monorrieles para polipastos, donde puede existir una separación no menor que 75 mm. Donde sea necesario, los intervalos entre los soportes aislantes pueden ser aumentados hasta 12 m, aumentando proporcionalmente la separación entre conductores.

d) **Soportes sobre puentes**. Los conductores de contacto del puente deben estar separados por lo menos 65 mm, y cuando el largo del puente sea mayor que 24 m se deben colocar soportes aislantes a intervalos no mayores a 15 m.

e) **Soportes para conductores rígidos**. Los conductores a lo largo de trabes carril y puentes de grúas, que sean del tipo rígido especificado en la Excepción 2 de 610-13, y que no estén dentro de un conjunto encerrado aprobado, se deben instalar sobre soportes aislantes, a intervalos no mayores a 80 veces la dimensión vertical del conductor, pero en ningún caso mayor que 4,5 m y espaciados suficientemente para dar una separación eléctrica de los conductores o a los colectores adyacentes no menor que 25 mm.

f) **Rieles como conductor del circuito**. Los rieles de monorriel, rieles del carro o de trabes carril para grúa, pueden ser utilizados como conductores de suministro de energía para una fase de un sistema trifásico de c.a. de alimentación de un transportador, grúa o carro, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

1) Los conductores que alimentan a las otras dos fases deben estar aislados;

2) El suministro de energía para todas las fases debe ser desde un transformador de aislamiento;

3) La tensión eléctrica no debe ser mayor que 300 V;

4) El riel que sirva como conductor debe estar puesto a tierra eficazmente en el transformador y se permite conectarlo a tierra por medio de los accesorios utilizados para la suspensión o fijación del riel al edificio o estructura.

g) **Continuidad eléctrica de los conductores de contacto.** Todas las secciones de los conductores deben estar mecánicamente unidas para proporcionar una conexión eléctrica continua.

h) **Alimentación a otro equipo.** Los conductores de contacto no deben utilizarse como alimentadores para otro equipo que no sean la(s) grúa(s) o montacarga(s) para los cuales fueron designados.

610-22. Colectores. Los colectores se deben diseñar de forma que se reduzca al mínimo el arqueo entre ellos y los conductores de contacto y cuando se instalen en locales utilizados para el almacenamiento de fibras y materiales fácilmente inflamables, deben cumplir con lo indicado en 503-13.

D. Medio de desconexión

610-31. Medio de desconexión de los conductores de la trabe carril. Se debe instalar un medio de desconexión entre los conductores de contacto de la trabe carril y la fuente de alimentación, este medio debe tener una capacidad continua de corriente eléctrica no menor que la calculada según lo indicado en 610-14(e) y (f). Este medio de desconexión del circuito del motor debe ser un desconectador, un interruptor automático o un medio de desconexión en caja moldeada. Dicho medio de desconexión debe ser:

1) Accesible fácilmente y operable desde el nivel del piso.

2) Provisto con un medio para inmovilizarse o bloquearse en la posición "abierto".

3) Provisto para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.

4) Ubicado a la vista desde la grúa o polipasto y desde los conductores de contacto de la trabe carril.

610-32. Medios de desconexión para grúas y polipasto de monorriel. Se debe instalar en las terminales de los conductores de contacto, en las trabes carril, o para otras fuentes de alimentación en todas las grúas y polipastos de monorriel, un desconectador para el circuito del motor o un interruptor automático que pueda bloquearse en la posición de "abierto".

Excepción: Se debe suministrar un desconectador para circuito, un interruptor automático o un desconectador en caja moldeada provisto de bloqueo en la posición "abierto". Se puede omitir el medio de desconexión cuando un polipasto de monorriel o una instalación de grúa puente de accionamiento manual, cumpla las siguientes condiciones:

a) la unidad se controla desde el piso,

b) la unidad está a la vista desde los medios de desconexión de la fuente de alimentación,

c) no exista plataforma fija para inspección o mantenimiento a la unidad.

Cuando el medio de desconexión no esté accesible fácilmente desde el puesto de mando de la grúa o polipasto de monorriel, se debe disponer en el puesto de mando de medios para interrumpir el circuito de alimentación de energía de todos los motores de la grúa o polipasto de monorriel.

610-33. Capacidad nominal de los medios de desconexión. La capacidad nominal de corriente eléctrica del desconectador o interruptor automático requerido por el Artículo 610-32, no debe ser menor que 50% de la combinación de las capacidades de corriente eléctrica nominales de régimen de trabajo de corta duración de los motores, ni menor que 75% de la suma de las capacidades de corriente eléctrica de los motores de régimen de trabajo de corta duración requeridos para un solo movimiento de la grúa.

E. Protección contra sobrecorriente

610-41. Conductores alimentadores de la trabe carril. Los conductores de alimentación y de contacto principales de la trabe carril, grúa o polipasto se deben proteger mediante un dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente, y no deben ser mayores que la mayor capacidad nominal o el máximo ajuste de calibración de cualquier dispositivo de protección del circuito derivado más la suma de todas las capacidades nominales de las otras cargas indicadas en la placa de datos, aplicando los factores de demanda de la Tabla 610-14 (e).

610-42. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra. Los circuitos derivados se deben proteger como sigue:

a) Capacidad de los fusibles o del interruptor automático. Los circuitos derivados de motores de grúas, polipastos y polipastos de monorriel, se deben proteger con fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, con una capacidad de acuerdo a la Tabla 430-152. Se permite derivar circuitos de control del lado de carga de un dispositivo de protección del circuito derivado, siempre y cuando cada derivación y cada equipo estén protegidos en forma apropiada.

Excepción 1: Cuando dos o más motores actúen en un mismo movimiento, la suma de sus corrientes nominales indicadas en la placa de datos se considera como la de un solo motor para los cálculos anteriores.

Excepción 2: Se permite conectar dos o más motores al mismo circuito derivado, si ninguna conexión en derivación para un motor tiene una capacidad de conducción de corriente menor que un tercio de la corriente eléctrica del circuito derivado y si cada motor está protegido contra sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 610-43.

b) Derivaciones a devanados de freno. Las derivaciones a los devanados de freno no necesitan protección independiente contra sobrecorriente.

610-43. Protección contra sobrecarga del circuito del motor y del circuito derivado. Todos los conductores de los motores, controladores de motores y circuitos derivados, deben estar protegidos contra sobrecorriente por alguno de los medios siguientes:

1) Un motor se considera protegido cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado reúne los requisitos de capacidad indicados en 610-42.

2) Por relevadores de sobrecarga en cada conductor de fase, con todos los relevadores protegidos contra cortocircuito por medio del dispositivo de la protección del circuito derivado.

3) Instalación de dispositivos sensibles a la temperatura del motor o a la temperatura y corriente eléctrica y que estén térmicamente en contacto con el devanado del motor. Una grúa o polipasto se considera protegida, si los dispositivos sensibles a la temperatura están conectados en el circuito de un desconectador de límite de carrera superior de la grúa o polipasto, de manera que se impida el levantamiento de la carga cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

Excepción 1: Si el motor es controlado manualmente con mandos de resorte de retorno, para el motor no se requiere el dispositivo de protección de sobrecarga para condiciones de rotor bloqueado.

Excepción 2: Donde dos o más motores accionen un solo carro o puente, y estén controlados como una unidad y protegidos por un solo juego de dispositivos de sobrecarga, con una capacidad igual que la suma de sus corrientes eléctricas de plena carga. El polipasto de carga o carro se considera protegido si los dispositivos sensibles a la temperatura están conectados en el circuito de un desconectador de límite superior del polipasto, de manera que impida su funcionamiento cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

Excepción 3: En los dispositivos elevadores y polipastos de monorriel y sus carros que no se utilicen como parte de una grúa eléctrica viajera, los motores no requieren protección contra sobrecarga de funcionamiento individual, siempre que el motor más grande no sea mayor que 5,60 kW (7,5 CP) y que todos los motores estén bajo un control manual del operador.

F. Control

610-51. Controladores separados. Cada motor debe estar provisto de un controlador individual.

Excepción 1: Cuando dos o más motores accionan a un solo dispositivo elevador, polipasto, carro o puente se permite utilizar un solo controlador.

Excepción 2: Un controlador se puede utilizar para varios motores siempre que:

a) El controlador tenga capacidad nominal no menor que la del motor más grande.

b) Se accione un solo motor a la vez.

610-53. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos de control se deben proteger contra sobrecorriente. Los circuitos de control se consideran protegidos por dispositivos contra sobrecorriente, cuando tienen una capacidad de conducción de corriente nominal o están ajustados a no más de 300% de la capacidad de conducción de corriente de los conductores de control.

Excepción 1: Las derivaciones de los transformadores de control se consideran protegidas cuando el circuito secundario está protegido por un dispositivo calibrado o ajustado a no más de 200% de la corriente eléctrica nominal del secundario del transformador, y a no más de 200% de la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de control.

Excepción 2: Cuando la apertura del circuito de control produzca un riesgo, por ejemplo, el circuito de control de una grúa para metal fundido, los conductores del circuito de control se consideran protegidos adecuadamente por medio de los dispositivos contra sobrecorriente del circuito derivado.

610-55. Desconectadores límite de carrera. Se debe instalar un desconectador de límite u otro dispositivo para impedir que la carga sobrepase el límite superior del recorrido de cada uno de los mecanismos de levantamiento.

610-57. Espacio libre de trabajo. Las dimensiones del espacio libre de trabajo para tener acceso a partes vivas que requieran revisión, ajuste, servicio o mantenimiento, mientras estén energizadas deben ser de un mínimo de 760 mm. Cuando los controles estén encerrados en envolventes, las puertas de los mismos deberán abrir por lo menos a 90° o deben ser desmontables.

G. Puesta a tierra

610-61. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas descubiertas no conductoras de corriente eléctrica en grúas, polipastos de monorriel, polipastos y sus accesorios, incluyendo los controladores colgantes, deben

estar metálicamente unidas entre sí formando un conductor eléctrico continuo, de tal forma que toda la grúa o polipasto esté puesta(o) a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

Las partes en movimiento, salvo los accesorios desmontables o aditamentos que tengan superficies de rodamiento en contacto de metal con metal, deben ser consideradas como conectadas eléctricamente entre sí a través de las superficies de apoyo, para los efectos de la puesta a tierra.

Las armazones de los carros y del puente se consideran eléctricamente puestos a tierra a través de las ruedas del puente y del carro y sus respectivos rieles, a menos que las condiciones locales, tales como pintura u otro material aislante, impidan obtener un contacto seguro de metal a metal. En este caso se debe suministrar un conductor separado como puente de unión.

ARTICULO 620-ELEVADORES, MONTACARGAS, ESCALERAS ELECTRICAS Y PASILLOS MOVILES, ESCALERAS Y ELEVADORES PARA SILLAS DE RUEDAS

A. Disposiciones generales

620-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de equipo eléctrico y el alambrado utilizado en la conexión de elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas.

620-2. Definiciones

Controlador del motor. Las unidades de operación de un sistema de control lo integra un dispositivo de arranque (arrancador) y un equipo de conversión de energía usados para poner en funcionamiento un motor eléctrico o una bomba para un sistema hidráulico.

Control de movimiento. El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control regula la aceleración, velocidad, retardo y paro del movimiento.

Control de operación. El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control, inicia el arranque, paro y dirección del movimiento, en respuesta a una señal del dispositivo de operación.

Dispositivo de operación. El dispositivo de operación está integrado por el desconectador de la cabina, botones, pulsadores, desconectadores de llave o palanca, y otros elementos eléctricos usados para activar el control de operación.

Equipo de señalización. Incluye equipo tanto audible como visual como son: campanas, timbres, luces y presentaciones visuales conteniendo información para el usuario.

Sistema de control. El sistema de control regula al arranque, paro, dirección de movimiento, aceleración, velocidad y retardo del movimiento.

NOTA: Para mayor información ver Apéndice B.1.1.

620-3. Limitaciones de tensión eléctrica. La tensión eléctrica de suministro no debe exceder de 400 V entre conductores, a no ser que se permita algo diferente como en los siguientes incisos:

a) **Circuitos de fuerza.** Los circuitos derivados para los controles de operación y motor de la puerta, así como los circuitos derivados y alimentadores de los controles del motor, motores y frenos de la máquina, no deberán emplear una tensión eléctrica que exceda 600 V. En las tensiones internas para la conversión de energía y equipo asociado funcionalmente, incluyendo el alambrado de conexión, se permite emplear una tensión eléctrica más alta, si este equipo y sus conductores están aprobados e identificados para la tensión eléctrica apropiada. Cuando la tensión eléctrica exceda de 600 V las señales o letreros de precaución con la leyenda

"PELIGRO ALTA TENSION ELECTRICA"

deben fijarse al equipo y ser totalmente visibles.

b) **Circuito de alumbrado.** Los circuitos de alumbrado deben cumplir con lo requerido en el Artículo 410.

c) **Circuitos de calefacción y aire acondicionado.** Los circuitos derivados para equipo de calefacción y aire acondicionado de la cabina, no deben operar a más de 600 V.

620-4. Partes vivas encerradas. Todas las partes vivas de aparatos eléctricos, en los cubos de elevadores, dentro o sobre la cabina del mismo, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles y área de máquinas, para elevadores y escaleras y para sillas de ruedas, deben estar encerrados a fin de evitar contactos accidentales.

NOTA- Véase 110-17 para el resguardo de partes vivas, 600 V o menos.

620-5. Espacios de trabajo. Deben preverse espacios de trabajo junto a los controladores eléctricos, medios de desconexión y otro equipo eléctrico. El espacio de trabajo no debe ser menor que lo especificado en 110-16(a).

Donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado examine, ajuste, dé servicio y mantenimiento al equipo, los espacios requeridos en 110-16(a) deben cubrir lo permitido en los siguientes incisos:

a) **Conexión flexible al equipo.** El equipo eléctrico indicado de 1 a 4 siguientes, debe proveerse con terminales flexibles en todas las conexiones externas, de modo que pueda reubicarse para cumplir con las condiciones del área de trabajo indicada en la Sección 110-16(a).

1. Controladores y medios de desconexión para montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores y elevadores para sillas de rueda, instaladas en el mismo espacio con los motores de accionamiento de máquinas.

2. Controladores y medios de desconexión de elevadores instalados en el cubo o en la cabina.

3. Controladores para la operación de las puertas.

4. Otro equipo eléctrico instalado en los cubos o en la cabina.

b) **Guardas.** Es conveniente guardar o separar las partes vivas del equipo eléctrico. El equipo debe tener forma de examinarse, ajustarse o repararse, mientras se encuentre energizado sin retirar la protección.

c) **Examen, ajuste y servicio.** Cuando el equipo eléctrico esté energizado, y sea examinado, ajustado o reparado debe realizarse únicamente por personal calificado.

d) **Baja tensión eléctrica.** Las partes no aisladas deben estar a una tensión eléctrica no mayor que 30 V eficaces de c.a., 42 V pico o 60 V en c.c.

Excepción: Cuando los equipos por su propio diseño estén aprobados para no contar con cuarto de máquinas.

B. Conductores

620-11. Aislamiento de conductores. El aislamiento de los conductores instalados en conexión con elevadores, montaplatos, escaleras mecánicas o pasillos móviles debe cumplir con lo siguiente:

a) **Instalación del dispositivo de bloqueo de la puerta del elevador.** Los conductores para bloqueo de la puerta del elevador desde el mecanismo de elevación, deben ser resistentes a la propagación de la flama y en caso de contar con puertas a prueba de fuego, deben ser adecuados para una temperatura no menor que 200°C. Los conductores deben ser de tipo SF o equivalente.

b) **Cables viajeros.** Los cables viajeros utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del elevador o montacargas o contrapeso y la canalización, deben ser cables para elevadores de los tipos indicados en la Tabla 400-4, o de un tipo aprobado.

c) **Otros alambrados.** Todos los conductores colocados en las canalizaciones y dentro o sobre las cabinas de elevadores en los fosos de escaleras eléctricas y pasillos móviles, y en sus cuartos de máquinas (cuando existan), deben tener un aislamiento resistente a la propagación de la flama y resistente a la humedad.

Los conductores deben ser tipo MTW, TF, TFF, TFN, TFFN, THHN, THW, THWN, TW, XHHW, AWN, THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS, o cualquier otro conductor con aislamiento diseñado como resistente a la propagación de la flama. Los conductores con pantalla se permiten siempre que estén aislados para la tensión eléctrica máxima que se encuentre dentro del cable o sistema de canalización.

d) **Aislamiento.** Todos los conductores deben tener un nivel de aislamiento por lo menos igual que la capacidad máxima nominal de la tensión eléctrica del circuito de cualquier conductor dentro de la cubierta, cable o canalización. El aislamiento o cubierta exterior debe estar aprobado y designado con el subfijo “LS”.

620-12. Tamaño nominal mínimo de los conductores. El tamaño nominal mínimo de los conductores utilizados para el alambrado de elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles y otros conductores que no formen parte integral del equipo de control, debe ser como sigue:

a) **Cables viajeros**

1) Circuitos de alumbrado: Se permite utilizar conductores de tamaño 1,31mm^2 (16 AWG) y 0,519 mm^2 (20 AWG) o mayores en paralelo, siempre que proporcionen una sección con

capacidad de conducción de corriente que sea equivalente como mínimo a la de tamaño nominal de 2,08 mm^2 (14 AWG) de cobre.

2) Para otros circuitos: Se permite utilizar conductores de tamaño 0,519 mm^2 (20 AWG).

b) Otros alambrados. Se permite el uso de cables de cobre aprobados de tamaño más pequeño de 0,205 mm^2 (24 AWG).

620-13. Conductores de los circuitos de alimentación y derivados. Los conductores deben tener una capacidad de conducción de corriente de acuerdo con lo indicado en los párrafos (a), (b) y (c) que siguen. Para el control de campo del generador, la capacidad de conducción de corriente debe basarse en la corriente eléctrica nominal de la placa de datos del motor del grupo motor-generador que suministra la energía al motor del elevador.

a) Conductores que alimenten a un solo motor. Los conductores que alimenten a un solo motor deben tener una capacidad de conducción de corriente de acuerdo con lo indicado en 430-22, y en la Tabla 430-22(b).

b) Conductores que alimenten a un solo controlador. Los conductores que alimenten a un solo controlador deberán tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la capacidad indicada en la placa de datos del controlador, más la suma de otras cargas conectadas.

c) Conductores que alimenten a un solo transformador. Los conductores que alimenten a un solo transformador deberán tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la corriente eléctrica de placa del transformador, más otras cargas conectadas.

d) Conductores que alimenten a más de un motor, controlador o transformador. Los conductores que alimenten a más de un motor, controlador o transformador, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la suma de las corrientes eléctricas de placa del equipo más otras cargas conectadas. La capacidad de corriente eléctrica de motores para usarse en la suma, debe determinarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-22(b), en la Sección 430-24 y en la Excepción 1 de ésta.

620-14 Factor de demanda del alimentador. Se permite instalar conductores para el alimentador de menor capacidad de conducción de corriente que la requerida en (b) anterior, sujeto a los requisitos establecidos en la Tabla 620-14.

TABLA 620-14. Factores de demanda del alimentador para elevadores

Número de elevadores en un solo alimentador	Factor de demanda
1	1,00
2	0,95
3	0,90
4	0,85
5	0,82
6	0,79
7	0,77
8	0,75
9	0,73
10 o más	0,72

NOTA: El factor de demanda está basado en la mitad de un ciclo de trabajo.

620-15. Capacidad nominal del controlador. La capacidad nominal del controlador debe cumplir con lo requerido en 430-83. Se permite que la capacidad nominal del controlador sea menor que la capacidad del motor del elevador cuando el propio controlador limite la energía disponible para el motor y el mismo esté aprobado y marcado para energía limitada.

NOTA: Para el marcado de los controladores. Véase la Sección 430-8.

C. Instalación eléctrica

620-21. Métodos de instalación. Los conductores y cables de fibra óptica localizados en los cubos, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores y elevadores para sillas de ruedas, área de máquinas, dentro o encima de la cabina, cuartos de control (excepto los cables móviles conectados a la cabina o contrapeso y alambrados de cubos), deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o

ligero, no metálico tipo pesado, canalizaciones, o cables del tipo MC, MI o AC, a menos que se permita otra cosa en los siguientes incisos:

a) Elevador

1) Cubos

a. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible, metálico o no metálico flexible a prueba de líquidos, entre los conductores verticales, desconectadores de límite de recorrido, botones operadores y dispositivos similares.

b. Los cables utilizados en circuitos limitados de energía de Clase 2 (V_{ef} de 30 V o menos o 42 V de c.c. o menos), se permiten instalarse entre conductores verticales, equipo de señalización y dispositivos de operación, siempre y cuando los cables sean del tipo resistentes a la propagación de la flama y se protejan contra daño físico.

2) Cabinas

a. Se permite en las cabinas el uso de tubo (conduit) metálico flexible, tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos y tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, siempre que no exceda de una longitud de 1,8 m y donde su localización esté libre de aceite y sujetados firmemente.

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8), en longitudes mayores a 1,8 m, siempre que cumpla con lo definido en la Sección 351-22(2).

b. Los cordones de uso rudo y extrarrudo, de acuerdo con lo especificado en el Artículo 400, Tabla 400-4 se permiten como conexiones flexibles entre el alambrado fijo de la cabina y otros dispositivos de la cabina. Los cordones de uso rudo se permiten únicamente como conexiones flexibles para el dispositivo de operación del techo de la cabina y de la luz de trabajo del mismo. Estos dispositivos o aparatos deben ponerse a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra que vaya junto con los conductores del circuito. Los cables conductores más pequeños, de otros tipos, espesores de aislamiento y forros, se permiten como conexiones flexibles entre el alambrado fijo de la cabina y los otros dispositivos de cabina.

3) Cuartos de máquinas y áreas de máquinas

a. Se permite instalar tubo (conduit) metálico flexible, tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos y tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos, con designación 12(3/8) o mayores, siempre que no exceda de una longitud de 1,8 m entre paneles de control y los motores de máquinas, frenos de máquinas, grupo motor-generador, medios de desconexión, motores de bombas, y válvulas.

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos, en longitudes mayores a 1,8 m, siempre que cumpla con lo definido en la Sección 351-22(2).

b. Donde el grupo motor-generador, los motores de máquinas o motores de bombas y válvulas estén ubicados, junto o abajo del equipo de control y tengan conductores de longitud suficiente, pero no mayor que 1,8 m; tales conductores pueden extenderse para conectarse directamente a los pernos terminales del controlador, sin tener en cuenta los requisitos de capacidad de conducción de corriente de los Artículos 430 y 445. Se permiten los ductos auxiliares en máquinas y cuartos de control entre los controladores, arrancadores y aparatos similares.

c. Los conductores flexibles que son componentes del equipo aprobado y usado en equipo de baja tensión eléctrica, no deben exceder de 1,8 m de largo. Estos cordones deben estar soportados y protegidos contra daño físico y deben ser del tipo resistentes a la propagación de la flama.

d. En equipo aprobado se permiten los conductores agrupados y encintados fuera de lo instalado en tubo (conduit), tal grupo de cable debe soportarse a intervalos no mayores a 1 m y localizarse de forma que esté protegido contra daño físico.

4) Contrapeso

Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible, flexible a prueba de líquidos, no metálico flexible; cordones flexibles, conductores agrupados y encintados que son parte del equipo mencionado. El aislamiento de los conductores debe ser de tipo resistente a la propagación de la flama.

b) Escaleras

1) Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible, metálico hermético a los líquidos y no metálico flexible hermético a los líquidos; esto es válido para escaleras y pasillos móviles. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible y metálico hermético a los líquidos con designación 12(3/8) o mayores en longitudes que no excedan de 1,8 m.

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8), en longitudes mayores a 1,8 m, siempre que cumpla con lo definido en la Sección 351-22(2).

2) Se permite que los cables empleados en circuitos de potencia limitada Clase 2 (hasta 30 V c.a. eficaces, y hasta 42 V c.c., o menos.), sean instalados dentro de escaleras y pasillos móviles donde los cables deben soportarse y protegerse contra daño físico. Deben tener aislamiento y cubierta resistentes a la propagación de la flama.

3) Se permite el uso de cordones de uso rudo de acuerdo a los requerimientos del Artículo 400, Tabla 400-4, como conexiones flexibles entre paneles de control, escaleras y pasillos móviles donde los paneles de control completos y sus medios de desconexión estén preparados para reubicarse por el espacio de máquinas como se permite en 620-5 y 620-5 (a) (1).

c) Canalizaciones en elevadores para sillas de rueda y elevadores de sillas en escaleras

1) Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible, metálico hermético a los líquidos en elevadores y elevadores para sillas de rueda y área de máquinas. Se permite el uso de tubo (conduit) con designación 12(3/8) o mayor en longitudes que no excedan 1,8 m de longitud.

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8), en longitudes mayores a 1,8 m, siempre que cumpla con lo definido en la Sección 351-22(2).

2) Se permite que los cables empleados en circuitos de potencia limitada de clase 2 (hasta 30 V c.a. eficaces, y hasta 42 V c.c., o menos), sean instalados dentro de elevadores para sillas de ruedas y elevadores de sillas en escaleras donde los cables deben soportarse y protegerse contra daño físico. Los cables deben tener aislamiento y cubierta resistentes a la propagación de la flama.

620-22. Circuitos derivados para alumbrado, receptáculos, ventilación, calefacción y aire acondicionado de la cabina

a) Alumbrado de la cabina. Se debe instalar un circuito derivado independiente para alimentar exclusivamente al alumbrado, receptáculos, luces auxiliares y ventilación de la cabina del elevador.

b) Aire acondicionado y calefacción. Se debe instalar un circuito independiente exclusivo para alimentar al aire acondicionado y a la calefacción de la cabina el elevador.

620-23. Circuito derivado de alumbrado y contactos para el cuarto de máquinas

a) En la casa de máquinas se debe instalar un circuito derivado exclusivo para alumbrado y otro para receptáculos. El alumbrado no debe conectarse en el lado de la carga de receptáculos con interruptor de circuito con protección por falla a tierra.

b) El desconectador de alumbrado debe ubicarse en la entrada del cuarto de máquinas.

c) Se debe instalar al menos un receptáculo dúplex de 120 V o 127 V, una fase, en cada cuarto de máquinas o en cada espacio para maquinaria.

620-24. Circuitos derivados de alumbrado y receptáculos en el cubo del elevador

a) En el cubo del elevador se debe instalar un circuito derivado exclusivo para alumbrado y otro para receptáculos. El alumbrado no debe conectarse en el lado de la carga de receptáculos con interruptor de circuito por falla a tierra.

b) El desconectador del alumbrado debe ubicarse en la puerta de entrada al cubo del elevador.

c) Se debe instalar al menos un receptáculo dúplex de 120 V o 127 V, una fase, en el cubo del elevador.

D. Instalación de conductores

620-32. Ductos metálicos y no metálicos. La suma del área de la sección transversal de los conductores incluyendo su aislamiento en los ductos para cables, no debe ser mayor que 50% del área transversal interior del conducto. Cuando se instale un ducto para cables vertical, éste debe fijarse a intervalos que no excedan

de 5 m y no deben tener más de una junta entre soportes. Cuando se tengan ductos para cables juntos deben fijarse ambos firmemente para asegurar una unión rígida.

620-33. Número de conductores en canalizaciones. La suma de las áreas de la sección transversal de los conductores incluyendo su aislamiento en una canalización no debe ser mayor que 40% del área transversal interior de la canalización.

Excepción: En ductos cuadrados como se permite en 620-32.

620-34. Soportes. Los soportes para cables o canalizaciones en un cubo del elevador, o en fosos de los pasillos móviles, en la trayectoria de elevadores, en escaleras eléctricas, elevadores para sillas de ruedas o de elevadores de sillas en escaleras deben asegurarse firmemente al riel guía o a la estructura o armazón de la construcción.

620-35. Canales auxiliares. Los canales auxiliares no deben estar sujetos a las restricciones indicadas en 374-5 respecto al número de conductores o en cuanto a su longitud de acuerdo a lo indicado en 374-2.

620-36. Sistemas diferentes en una canalización o en cables viajeros. Se permite que los cables de fibra óptica y conductores para dispositivos de operación, control de movimientos y operación, potencia, circuitos de señalización, alarma contra incendios, alumbrado, calefacción y aire acondicionado de 600 V o menos se alojen con los mismos cables viajeros o en el mismo sistema de canalización, si todos los conductores tienen aislamiento aprobado para la máxima tensión eléctrica aplicada a algún conductor dentro de la canalización y si todas las partes vivas del equipo están aisladas de tierra para esta misma tensión eléctrica. Se permite también que el cable viajero o canalización incluya conductores con pantalla y/o uno o más cables coaxiales, si tales conductores tienen aislamiento aprobado para la tensión eléctrica máxima aplicada a un conductor dentro de las canalizaciones. Si los conductores están cubiertos con una pantalla adecuada, se permite alojar cables de telefonía, audio, video o circuitos de comunicación de alta frecuencia en la misma canalización.

620-37. Alambrado en elevadores y cuartos de máquinas

a) **Usos permitidos.** Solamente se permiten alambrado eléctrico y canalizaciones directamente en la conexión de la cabina del elevador o montacargas, incluyendo el alambrado para señalización, comunicación en la cabina, alumbrado, calefacción, aire acondicionado y ventilación de la cabina, sistemas de detección de humos, dentro del cubo del elevador y del cuarto de máquinas.

b) **Protección contra descargas atmosféricas.** Se permiten conductores del sistema de puesta a tierra acoplados a los rieles del elevador para protección contra descargas atmosféricas. Los conductores de la bajada al sistema de puesta a tierra para protección contra descargas atmosféricas, no deberán estar localizados dentro del cubo. No se permite que los rieles del elevador u otro equipo del cubo se utilice como conductores de bajada de puesta a tierra para el sistema de protección contra descargas atmosféricas.

c) **Alimentadores principales.** Los conductores del alimentador principal para suministrar energía al elevador y al montacargas, deben instalarse fuera del cubo, excepto por lo permitido en los siguientes incisos:

1) Bajo condiciones especiales se permite que los conductores del alimentador del elevador estén dentro de un cubo existente, si estos conductores no están unidos dentro del mismo.

2) Se permite que los conductores del alimentador se ubiquen dentro del cubo del elevador para equipo con motor de la máquina localizado en el cubo, en la cabina o en el contrapeso.

620-38. Equipo eléctrico en estacionamientos y locales similares. El equipo eléctrico y alambrado utilizado para elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, en pasillos móviles, y elevadores para sillas de ruedas, elevadores de sillas en escaleras, en estacionamientos y locales similares, deben cumplir con los requisitos del Artículo 511.

NOTA: Según la Sección 511-2, no son áreas clasificadas (peligrosas) los garajes utilizados como estacionamiento o depósito y en los que no se realizan trabajos de reparación.

E. Cables viajeros

620-41. Suspensión de cables viajeros. Los cables viajeros se suspenden de la cabina y del extremo superior del cubo o en el contrapeso donde sea posible, para reducir al mínimo el esfuerzo aplicado a los conductores individuales de cobre. Los cables viajeros deben soportarse por uno de los siguientes medios:

1) Por sus propios miembros estructurales de acero.

2) Por medio de vueltas del cable alrededor de los soportes para longitudes no soportadas de menos de 30 m.

3) Suspendiéndolos con soportes que automáticamente se aprieten alrededor del cable, cuando la tensión mecánica se aumenta para longitudes no soportadas hasta de 60 m.

NOTA: La longitud no soportada del medio de suspensión existente en el cubo del elevador es la longitud del cable medida desde su punto de suspensión en el cubo del elevador hasta la parte inferior de la coca, cuando la cabina está ubicada en su punto inferior de parada. La longitud no soportada del medio de suspensión de la cabina es la longitud del cable medida desde el punto de suspensión en la cabina hasta la parte inferior de la coca, cuando la cabina está ubicada hasta su punto superior de parada.

620-42. Areas peligrosas (clasificadas). En áreas peligrosas (clasificadas) los cables viajeros deben ser de un tipo aprobado para áreas peligrosas (clasificadas), y deben cumplir con lo especificado en 501-11, 502-12 o 503-10, según sea la aplicación.

620-43. Ubicación y protección de los cables. Los soportes de los cables viajeros se deben colocar de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños, debido a contactos de los cables con la construcción o equipo que esté en el interior del cubo del elevador. Cuando sea necesario se deben suministrar guardas adecuadas para proteger los cables contra daño.

620-44. Instalación de cables viajeros. Se permite instalar el cable viajero sin canalización o en tubo (conduit) para una distancia que no exceda de 1,8 m, medido desde el primer punto de soporte en la cabina del elevador (montacarga) o pared del cubo del elevador, siempre que los conductores estén agrupados, protegidos con cinta o cordón, o en revestimiento original.

Se permite que los cables viajeros estén junto a los tableros de control del elevador y hasta las conexiones de la cabina del mismo y del cuarto de máquinas, como alambrado fijo, siempre que estén provistos de soportes y protección contra daño físico.

F. Medios de desconexión y control

620-51. Medios de desconexión. Se debe proveer un medio individual para desconectar todos los conductores de fuerza no puestos a tierra para cada unidad y estar diseñado de tal forma que ningún polo pueda operarse independientemente. Cuando estén conectadas máquinas de accionamiento múltiple a un solo elevador, escalera eléctrica o pasillo móvil o a una unidad de potencia hidráulica, debe haber un medio de desconexión para el motor y la válvula magnética de control de la unidad de potencia hidráulica.

El medio de desconexión de los conductores de la alimentación principal no debe desconectar al circuito derivado, de acuerdo con lo indicado en 620-22, 620-23 y 620-24.

a) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o desconectador con fusibles encerrado que pueda ser operado externamente y que pueda bloquearse en la posición de abierto. El dispositivo de desconexión debe ser de un tipo aprobado.

NOTA: Para información adicional sobre seguridad en escaleras y elevadores, véase el Apéndice B2.

b) Operación. No deben poder abrirse o cerrarse estos medios de desconexión de ninguna otra parte de la instalación. Si están instalados rociadores en el cubo, cuarto de máquinas o en áreas de máquinas (lo que corresponda), el medio de desconexión debe abrir automáticamente la alimentación del elevador antes de la aplicación del agua. El medio de desconexión no debe ser de cierre automático. La energía debe ser restaurada solamente por medios manuales.

NOTA: Estas disposiciones tienen por objeto reducir los riesgos que pone la caída de agua sobre las partes vivas del equipo eléctrico en el elevador.

c) Ubicación. Los medios de desconexión deben ubicarse en un sitio fácilmente accesible a personal calificado.

1) En elevadores sin control de campo del generador. En los elevadores sin control de campo del generador debe instalarse el medio de desconexión a la vista del controlador del motor. Las máquinas de accionamiento o los controladores de movimiento y operación que no se encuentre a la vista desde el medio de desconexión deben estar dotados de un desconectador adicional de operación manual, instalado en el circuito de control para evitar el arranque. El desconectador o interruptores operados manualmente se deben instalar adyacentes a estos equipos.

Cuando la maquinaria de accionamiento del elevador esté ubicada en un sitio remoto de maquinaria, debe instalarse un solo medio que desconecte todos los conductores de fase de la alimentación principal y que sea capaz de bloquearse en posición de abierto.

2) En elevadores con control de campo del generador. El medio de desconexión debe instalarse a la vista desde el control del motor de accionamiento del grupo motor-generador, en elevadores con control de

campo del generador. Las máquinas de accionamiento, grupos motor-generador, o de los controles de operación y movimiento, que no estén a la vista desde el medio de desconexión deben estar dotados de un desconectador de operación manual instalado en el circuito de control para evitar el arranque. Los desconectadores de operación manual deben instalarse adyacentes a estos equipos.

Cuando la maquinaria de accionamiento o el grupo motor-generador estén ubicados en un sitio remoto de maquinaria se debe instalar un solo medio de desconexión para los conductores de fase del circuito de alimentación principal de fuerza y que se capaz de bloquearse en posición de abierto.

3) En escaleras y pasillos móviles el desconectador se debe instalar en el mismo sitio donde esté ubicado el controlador.

4) En elevadores para sillas de ruedas y elevadores de sillas en escaleras, el desconectador debe estar ubicado a la vista del controlador del motor.

d) Identificación y señales. Cuando haya más de una máquina de accionamiento en un cuarto de máquinas, los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de cada máquina de accionamiento.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del lado de alimentación del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

620-52. Energía desde más de una fuente

a) Instalaciones en cabinas individuales y múltiples. En las instalaciones de cabinas individuales y múltiples, el equipo que recibe energía de más de una fuente, debe estar provisto de un medio de desconexión para cada fuente de energía eléctrica, a la vista del equipo alimentado.

b) Señal de precaución para medios de desconexión múltiple. Cuando se usen medios de desconexión múltiple y las partes del controlador permanezcan energizadas desde fuentes diferentes a la que esté desenergizada, se debe instalar una señal de precaución sobre o junto al medio de desconexión. La señal debe ser clara, legible y debe decir:

"PRECAUCION ____ PARTES DEL CONTROLADOR QUEDAN ENERGIZADAS AUN ABIERTO ESTE INTERRUPTOR"

c) Interconexión de los controladores de cabinas múltiples. Cuando existan interconexiones entre los controladores para el funcionamiento del sistema en instalaciones de cabinas múltiples que permanecen energizadas de una fuente que no sea la que está desconectada, se debe instalar una señal de precaución sobre o junto al medio de desconexión, de acuerdo con lo indicado en 620-52 (b).

620-53. Medios de desconexión del alumbrado, receptáculos y ventilación. Los elevadores deben tener un solo medio para desconectar todos los conductores de fase que alimentan al alumbrado, receptáculos y ventilación para cada cabina.

Los medios de desconexión deben estar dispuestos de tal manera que queden asegurados en la posición de abierto y deben localizarse en el cuarto de máquinas de la cabina. Cuando no exista cuarto de máquinas, el medio de desconexión debe ubicarse en el sitio de la maquinaria para dicha cabina.

Cuando en el cuarto de máquinas haya equipo para más de una cabina, los medios de desconexión deben estar numerados y deben corresponder al número de la cabina cuya fuente de alumbrado, receptáculos y ventilación controlan.

Los medios de desconexión deben tener una señal que identifique la ubicación del punto de suministro de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

620-54. Medios de desconexión para calefacción y aire acondicionado. Los elevadores deben tener un solo medio para desconexión para todos los conductores de fase que alimentan al sistema de calefacción y al aire acondicionado para cada cabina.

Los medios de desconexión deben estar colocados de tal forma que queden asegurados en la posición de abierto y localizarse en el cuarto de máquinas para cada cabina. Cuando no exista cuarto de máquinas, el medio de desconexión debe ubicarse en el sitio de la maquinaria para dicha cabina.

Cuando en el cuarto de máquinas haya equipo para más de una cabina, los medios de desconexión deben estar numerados y deben corresponder al número de la cabina cuya fuente de calefacción y aire acondicionado controlan.

Los medios de desconexión deben tener una señal que identifique la ubicación del punto de suministro de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

G. Protección contra sobrecorriente

620-61. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe estar provista como se indica a continuación:

a) Dispositivos de operación, control y circuitos de señalización. Los dispositivos de operación, control y circuitos de señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 725-23 y 725-24.

b) Protección de motores contra sobrecarga

1) Los motores que accionan elevadores, montacargas y los de los grupos motor-generador utilizados con control de campo del generador, deben estar aprobados para servicio intermitente. Los motores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 430-33.

2) Los motores que accionen máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles deben estar aprobados para servicio continuo. Los motores deben estar protegidos contra sobrecargas de acuerdo con lo indicado en 430-32.

3) Los motores que accionen las máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles y los motores de accionamiento de los grupos motor-generador, deben protegerse contra sobrecargas como se indica en la Tabla 430-37.

4) Los motores que accionan los elevadores para sillas de ruedas deben de estar aprobados para servicio intermitente. Los motores deben protegerse contra sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 430-33.

c) Protección del alimentador del motor contra cortocircuitos y fallas a tierra

La protección del alimentador del motor contra cortocircuito y falla a tierra deben ser como se requiere en el Artículo 430 Parte E.

d) Protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra.

La protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra debe ser como se requiere en el Artículo 430 Parte D.

620-62 Coordinación de protecciones. Cuando un solo alimentador suministra energía a más de un medio de desconexión de una máquina, el dispositivo de protección contra sobrecarga en cada medio de desconexión debe estar coordinado selectivamente con otros puntos del lado de alimentación de dispositivos de protección contra sobrecorriente.

H. Cuarto de máquinas

620-71. Resguardo del equipo. Las máquinas que accionen elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, grupos motor-generador, controladores de motores y medios de desconexión, se deben instalar en un cuarto o área cerrada exclusiva para este uso, con excepción de lo permitido en los incisos (a) y (b) siguientes. El local debe estar resguardado para evitar el acceso no autorizado.

a) Controladores de motores. Los controladores de motores de montacargas, escaleras eléctricas o pasillos móviles se pueden instalar fuera del lugar indicado anteriormente, siempre que éstos se encuentran en envolventes con puertas o paneles removibles capaces de ser asegurados en la posición de cerrado, y los medios de desconexión estén ubicados junto o en una parte de los controladores de los motores. Se permite que los envolventes de controladores de motores para escaleras o pasillos móviles se ubiquen en la barandilla lateral sobre el lado localizado fuera de los escalones o tramos móviles. Si el medio de desconexión es una parte integral del controlador del motor, aquél debe operarse sin abrir la envolvente.

b) Máquinas de accionamiento. Los elevadores con máquinas de accionamiento localizadas en la cabina, en el contrapeso o en el cubo y máquinas motrices para montacargas, escaleras eléctricas y elevadores para sillas de ruedas pueden usarse fuera de las áreas especificadas.

I. Puesta a tierra

620-81. Canalizaciones metálicas fijas a las cabinas. Las canalizaciones metálicas, los cables tipo MC, MI o AC, fijos a las cabinas de elevadores, deben estar unidos a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con las que hagan contacto.

620-82. Elevadores eléctricos. En los elevadores eléctricos los armazones de todos los motores, máquinas elevadoras, controladores y envolventes metálicas de todos los equipos dispositivos eléctricos por

dentro o por fuera de la cabina o en el cubo del elevador, deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

620-83. Elevadores no eléctricos. En los elevadores no eléctricos, cuando cualquier conductor esté fijado a la cabina, el marco metálico de ésta, que es normalmente accesible a personas, debe estar puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

620-84. Escaleras móviles, pasillos móviles y elevadores para sillas de ruedas. Las escaleras móviles, pasillos móviles y elevadores de sillas de ruedas deben cumplir con el Artículo 250.

620-85. Interruptores de circuito por fallas a tierra para protección de personas. Todos los receptáculos monofásicos de 125 V o 127 V de 15 A y 20 A, instalados en cuartos de máquinas, foso, cubo parte alta de la cabina del elevador, en escaleras eléctricas y pasillos móviles, deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra.

Todos los receptáculos monofásicos de 125 V o 127 V de 15 A y 20 A, instalados en el cuarto de máquinas deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra.

Un receptáculo sencillo que alimente una bomba de desagüe instalada permanentemente, no requiere tener este tipo de protección.

J. Sistema de energía en emergencia y de reserva

620-91. Sistema de emergencia y de reserva. Se permite que un elevador se alimente de un sistema de energía de emergencia o de reserva.

a) Potencia regenerativa. Para los sistemas de elevador que regeneran energía y la regresan al sistema de suministro de energía, y donde es incapaz de absorber la energía regenerativa sobre el arreglo de las condiciones de carga del elevador, se debe proveer de un medio para absorber esa energía.

b) Otras cargas. Se permite que otras cargas, tales como fuentes y luminarios se utilicen como los medios requeridos para la absorción de la energía, de forma que dichas cargas sean automáticamente conectadas al sistema de emergencia o de reserva para la operación de los elevadores, y sean lo bastante grandes para absorber la energía regenerativa del elevador.

c) Medios de desconexión. Los medios de desconexión requeridos 620-51 deben desconectar al elevador tanto del sistema de energía de emergencia o de reserva, como del sistema de energía normal.

Donde se conecte una fuente de energía adicional al lado de la carga del medio de desconexión, el cual permite el movimiento de la cabina para evacuación de los pasajeros, este medio de desconexión requerido en 620-51 debe incluir un contacto auxiliar. Este contacto causará que la fuente de energía adicional se desconecte de su carga cuando el medio de desconexión esté en posición de abierto.

ARTICULO 625 EQUIPOS PARA CARGA DE VEHICULOS ELECTRICOS

A. General

625-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo cubren los conductores y equipos eléctricos externos a los vehículos eléctricos y que sirven para conectar el vehículo al suministro eléctrico por un medio conductivo o inductivo y a la instalación de los equipos y dispositivos para la carga de vehículos eléctricos.

NOTA: Para información adicional sobre vehículos industriales, véase el Apéndice B2.

625-2 Definiciones

Vehículo eléctrico: Vehículo automotor para uso en carretera, como vehículo de turismo, autobuses, camiones, vagonetas y similares, propulsados fundamentalmente por un motor eléctrico que demanda su corriente de una batería recargable, celda de combustible, arreglo fotovoltaico u otra fuente de corriente eléctrica. Este Artículo incluye las motocicletas eléctricas y vehículos de tipo similares**,** los vehículos eléctricos automotores que no transiten en las carreteras, como camiones industriales, carritos de golf, montacargas, elevadores móviles, tractores, equipo de soporte terrestre de aerolíneas, lanchas y similares.

Conector de vehículos eléctricos: Dispositivo, el cual, es conectado a un receptáculo en el vehículo eléctrico, para establecer la conexión eléctrica al vehículo eléctrico, con el propósito de carga eléctrica e intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador para el vehículo eléctrico.

Acoplador de vehículos eléctricos: Juego de dispositivos del receptáculo en el vehículo eléctrico y el conector del vehículo eléctrico.

Dispositivo de entrada al vehículo eléctrico: Dispositivo dentro del cual es insertado el conector para carga eléctrica e intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador para el vehículo eléctrico.

Para el propósito de esta norma, el dispositivo de entrada es considerado como parte del vehículo eléctrico y no como parte del equipo de alimentación para el vehículo eléctrico.

Batería hermética para vehículos eléctricos: Batería herméticamente sellada compuesta de una o más celdas electroquímicas recargables que no tiene salida de gases para la liberación de presiones excesivas, ni permite la adición de agua o electrolito ni tiene salida externa para medir la densidad del electrolito.

Equipo de alimentación para vehículos eléctricos: Conjunto de conductores, incluidos los puestos a tierra, los no puestos a tierra y los de puesta a tierra de los equipos, además de conectores para vehículo eléctrico, clavijas y otros accesorios, dispositivos, receptáculos de fuerza o aparatos instalados específicamente para suministrar a los vehículos eléctricos la energía eléctrica de carga desde las instalaciones eléctricas de las propiedades.

Sistema de protección personal: Dispositivos de un sistema de protección personal y características de construcción, que aplicadas en forma conjunta proporcionan protección contra choque eléctrico al personal.

625-3. Otros Artículos. Cuando haya discrepancias en los requisitos de este Artículo 625 con otros Artículos de esta norma, se aplica lo establecido en el Artículo 625.

625-4. Tensión. Si no se especifican otras tensiones, los equipos de los que trata este Artículo se deben conectar a sistemas de c.a. de 120 V, 127 V, 120/240 V, 208Y/120 V, 220/127 V, 240 V, 480Y/277 V, 480 V, 600Y/347 V o 600 V.

625-5. Aprobados (Listados) o etiquetados. Todos los materiales, dispositivos, herrajes y equipos asociados deben estar aprobados o etiquetados.

B) Métodos de alambrado

625-9. Acoplador de vehículos eléctricos. Los acopladores para vehículos eléctricos deben cumplir lo establecido en (a) hasta (f): siguientes.

(a) Polaridad. Los acopladores para vehículos eléctricos deben estar polarizados a menos que forme parte de un sistema identificado y aprobado como adecuado para tal propósito.

(b) No intercambiabilidad. Los acopladores para vehículos eléctricos deben tener una configuración que no permita conectar los dispositivos de alambrado en otros sistemas eléctricos. El acoplador para vehículos eléctricos, tipo no puesto a tierra no debe ser intercambiable con los de tipo puesto a tierra.

(c) Construcción e instalación. Los acopladores para vehículos eléctricos deben estar construidos e instalados de modo que eviten el contacto accidental de las personas con partes vivas desde el equipo de alimentación o de las baterías de los vehículos eléctricos.

(d) Desconexión no intencional. El acoplamiento de los vehículos eléctricos debe tener un medio efectivo que evite su desconexión no intencional.

(e) Polo de puesta a tierra. El acoplador de los vehículos eléctricos, debe tener un polo de puesta a tierra a menos que sea parte de un sistema identificado y aprobado como adecuado para este propósito y cumpla lo establecido en el Artículo 250.

(f) Requisitos del polo de puesta a tierra. Si se provee un polo de puesta a tierra, el acoplador del vehículo eléctrico debe diseñarse de modo que la conexión del polo de puesta a tierra sea el primer contacto en cerrarse y el último en abrirse.

C. Construcciones del equipo

625-13. Equipo de alimentación para los vehículos eléctricos. Se permite que este equipo con alimentación a 125 V o 127 V nominales, monofásico, de 15 A o 20 A, o parte de un sistema identificado y aprobado como adecuado y que cumpla los requisitos de las secciones 625-18; 625-19 y 625-29; se pueda conectar mediante cordón con clavija; todos los demás equipos de alimentación del vehículo eléctrico deben conectarse y sujetarse de manera permanente en su lugar. El equipo no debe tener partes vivas expuestas.

625-14. Capacidad. El equipo de alimentación para los vehículos eléctricos debe tener una capacidad nominal suficiente para la carga que deba alimentar. Para efectos de este Artículo, se considera como carga continua la operación de carga a un vehículo eléctrico.

625-15. Marcado. El equipo de alimentación para los vehículos eléctricos debe cumplir con lo que se indica de (a) hasta (c), siguientes:

a) Generalidades.- El fabricante debe marcar el equipo de alimentación para los vehículos eléctricos con lo siguiente**:**

"PARA USO CON VEHICULOS ELECTRICOS"

b) No requiere ventilación.- Cuando así lo requiera la Sección 625-29(c), el fabricante debe marcar el equipo de alimentación para los vehículos eléctricos con lo siguiente:

"NO REQUIERE VENTILACION"

El marcado debe ubicarse de modo que sea claramente visible después de la instalación.

c) Se requiere ventilación.- Cuando así lo requiera la Sección 625-29(d), el fabricante debe marcar el equipo de alimentación para los vehículos eléctricos con lo siguiente**:**

"SE REQUIERE VENTILACION"

El marcado debe ubicarse de modo que sea claramente visible después de la instalación.

625-16. Medios de acoplamiento. Los medios de acoplamiento al vehículo deben ser de tipo conductivo o inductivo. Las clavijas, conectores, y dispositivos de entrada del vehículo eléctrico deben estar aprobados o etiquetados para ese uso.

625-17. Cables. Los cables de los equipos de carga de los vehículos eléctricos deben ser de Tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT o cable flexible de Tipo EVJT, como se especifica en el Artículo 400 y en la Tabla 400-4.

La corriente admisible de los cables debe cumplir lo establecido en la Tabla 400-5(a) para los cables de tamaño nominal de 5,26 mm^2 (10 AWG) e inferiores y en la Tabla 400-5(b) para los de tamaño nominal de 8,37 mm^2 (8 AWG) y mayores. La longitud total del cable no debe ser mayor que 7,5 m. Se permite otro tipo de cables y conjuntos aprobados para ese fin, como conjuntos híbridos con cables opcionales de comunicaciones, señales y de fibra óptica.

625-18. Enclavamiento. Los equipos de carga de los vehículos eléctricos deben estar dotados con un medio de enclavamiento que desenergice el conector y el cable del vehículo eléctrico siempre que el conector se desacople del vehículo. No se exige un enclavamiento para los equipos de carga portátiles conectados con cordón y clavija a una salida para receptáculo de corriente monofásica de 125 V o 127 V, 15 A y 20 A.

625-19. Desenergización automática del cable. El equipo de alimentación de vehículos eléctricos o la combinación cable-conector del equipo debe estar dotado de un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico si se produce alguna tensión mecánica que pudiera llevar a la rotura del cable o a la separación del cable y del conector, con la consiguiente exposición de partes vivas.

No se exige un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico para los equipos de carga portátiles conectados con cordón y clavija a un receptáculo monofásico de 125 V o 127 V, 15 A y 20 A.

D. Control y protección

625-21. Protección contra sobrecorriente. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los circuitos de alimentación y derivados de los equipos de alimentación de los vehículos eléctricos, debe ser dimensionado para servicio continuo y tener una corriente admisible no inferior al 125% de la corriente de carga máxima del equipo de alimentación del vehículo eléctrico. Cuando haya cargas no continuas conectadas al mismo alimentador o circuito derivado, la corriente admisible del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior a la suma de todas las cargas no continuas más el 125% de las continuas.

625-22. Sistema de protección para las personas. El equipo de alimentación para los vehículos eléctricos debe tener un sistema aprobado de protección para las personas contra descargas eléctricas. Este sistema debe estar compuesto de dispositivos aprobados para la protección de las personas y características de construcción aprobados. Si se utiliza un equipo de alimentación para vehículos eléctricos conectado con cordón y clavija, debe utilizarse un dispositivo de interrupción de un sistema aprobado de protección de las personas y debe formar parte integrante de la clavija o debe localizarse en el cable de alimentación a una distancia no mayor que 30 cm de la clavija de conexión.

625-23. Medio de desconexión. El equipo de alimentación para los vehículos eléctricos designados para más de 60 A o más de 150 V a tierra, debe tener un medio de desconexión instalado en un lugar fácilmente accesible y capaz de quedar bloqueado en posición abierta.

625-24. Puesta a tierra. Todos los equipos e instalaciones eléctricas para alimentación de vehículos eléctricos deben estar unidos y puestos a tierra según lo establecido en el Artículo 250.

625-25. Pérdida de la fuente primaria. Se debe instalar un medio para evitar que, cuando deje de pasar corriente desde el circuito de suministro u otro sistema o sistemas eléctricos, la energía eléctrica no pueda volver del equipo del vehículo a la instalación de carga. No se permite utilizar un vehículo eléctrico como fuente de alimentación de reserva.

E. Locales para los equipos de alimentación de los vehículos eléctricos

625-28. En áreas peligrosas (clasificadas). Cuando haya instalado un equipo de alimentación de vehículos eléctricos en un área peligrosa (clasificada), se deben aplicar las disposiciones de los Artículos 500 a 516.

625-29. Lugares interiores. En los lugares interiores se deben incluir, entre otros, los garajes integrados, anexos o separados de las viviendas; los estacionamientos encerrados y subterráneos, los garajes públicos con o sin taller de reparación y los edificios agrícolas.

(a) Ubicación. El equipo de alimentación de los vehículos eléctricos debe estar ubicado de modo que se pueda conectar directamente el vehículo.

(b) Altura. Si no está específicamente aprobado para ese uso y lugar, el medio de acoplamiento del equipo de alimentación de los vehículos eléctricos debe estar ubicado o guardado a una altura no inferior a 0,45 m y no superior a 1,20 m sobre el nivel del piso.

(c) Ventilación no requerida. No se exige ventilación mecánica cuando se empleen baterías herméticas para el vehículo eléctrico o cuando esté aprobado o marcado como adecuado para cargado de vehículos en lugares interiores sin ventilación, y esté marcado de acuerdo con 625-15(b).

(d) Ventilación requerida. Cuando el equipo de alimentación del vehículo eléctrico esté aprobado o marcado como adecuado para cargar vehículos que necesiten ventilación para procesos de carga en lugares interiores y estén marcados de acuerdo con 625-15(c), se debe proporcionar ventilación mecánica, por ejemplo por medio de un ventilador. La ventilación debe incluir tanto el equipo de alimentación como el equipo mecánico de extracción de aire, esta ventilación debe estar permanentemente instalada y ubicada de modo que tome aire desde el exterior y desfogue directamente hacia el mismo. Los sistemas de ventilación de presión positiva sólo se permiten en construcciones o áreas que se hayan diseñado y aprobado específicamente para tal aplicación. Los requisitos de la ventilación mecánica deben determinarse por uno de los métodos especificados en 625-29(d)(1) hasta (d)(4), siguientes:

(1) Valores tabulados. Para las tensiones de alimentación y corrientes especificadas en la tabla 625-29(d)(1) la ventilación mínima requerida deben ser los especificados en la tabla 625-29(d)(1), para cada uno del total de vehículos que se puedan cargar a un mismo tiempo. Esta Tabla tiene en cuenta la ventilación suficiente para cualquier configuración del equipo de alimentación del vehículo eléctrico y el espacio de carga del mismo.

(2) Otros valores. Para corrientes y tensiones de alimentación no relacionadas en la tabla 625-29(d)(1) los requisitos mínimos de ventilación, deben ser calculados por medio de las siguientes fórmulas, según sea aplicable:

(a) Instalaciones monofásicas:

$$\text{Ventilación}_{\text{monofásica}} \text{ en metros cúbicos por minuto} = \frac{(Volts)(Amperes)}{1718}$$

(b) Instalaciones trifásicas:

$$\text{Ventilación}_{\text{trifásica}} \text{ en metros cúbicos por minuto} = 1{,}732\,\frac{(Volts)(Amperes)}{1718}$$

(3) Sistemas con ingeniería: Se permite que los requisitos mínimos de ventilación para un sistema del equipo de alimentación de vehículos eléctricos, ventilado, sean determinados por cálculos especificados en un estudio de ingeniería, realizado por personal calificado, como parte integral de un sistema de ventilación de la totalidad del edificio.

(4) Circuitos alimentadores: El circuito de alimentación para al equipo de ventilación mecánica debe estar enclavado eléctricamente con el equipo de alimentación del vehículo eléctrico, y debe permanecer energizado durante el ciclo completo de carga del vehículo eléctrico. El equipo de alimentación del vehículo eléctrico debe estar marcado de acuerdo con 625-15. Los receptáculos de los equipos de alimentación de los vehículos eléctricos designados para 125 V o 127 V, monofásicos, de 15 A y 20 A, deben marcarse de acuerdo con 625-15(c) y deben estar dotados con un desconectador. El sistema de ventilación mecánica se debe enclavar eléctricamente a través del desconectador del circuito de alimentación del receptáculo.

TABLA 625-29 (d)(1).- Ventilación mínima requerida en m^3/min, para cada vehículo eléctrico, del número total que pueden cargarse a un tiempo

Corriente admisible	Tensión del circuito derivado	
	Monofásico	Trifásico

del circuito derivado (A)	120 V	208 V	240 V o 120/240 V	208 V o 120/240 V	240 V	480 V o 480Y/277 V	600 V o 600Y/347 V
15	1,1	1,8	2,1	---	---	---	---
20	1,4	2,4	2,8	4,2	4,8	9,7	12
30	2,1	3,6	4,2	6,3	7,3	15	18
40	2,8	4,8	5,6	8,4	9,7	19	24
50	3,5	6,1	7,0	10,5	12	24	30
60	4,2	7,3	8,4	13	15	29	36
100	7,0	12	14	21	24	48	60
150	---	---	---	31	36	73	91
200	---	---	---	42	48	97	121
250	---	---	---	52	60	121	151
300	---	---	---	63	73	145	181
350	---	---	---	73	85	169	210
400	---	---	---	84	97	193	240

625-30. Lugares exteriores. En los lugares exteriores para la carga de vehículos eléctricos se deben incluir, entre otros, los estacionamientos y garajes residenciales, los estacionamientos abiertos, islas y lotes de estacionamiento públicos, edificios de estacionamientos e instalaciones comerciales de carga de vehículos eléctricos.

(a) Ubicación. El equipo de carga de los vehículos eléctricos debe estar situado de modo que se pueda conectar directamente al vehículo.

(b) Altura. Si no está específicamente aprobado para ese uso y lugar, el medio de acoplamiento del equipo de alimentación de los vehículos eléctricos debe estar instalado o almacenado a una altura no menor que 0,60 m y no superior a 1,20 m sobre el nivel del piso del estacionamiento.

ARTICULO 630-MAQUINAS DE SOLDAR ELECTRICAS

A. Disposiciones generales

630-1. Alcance. Este Artículo contempla a las máquinas de soldar por arco eléctrico, aparatos de soldar por resistencia y equipo de soldadura similar que se conecta a una fuente de energía eléctrica.

B. Máquinas de soldar de arco tipo transformador y de rectificador de c.c.

630-11. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada a las máquinas de soldar de arco tipo transformador y de rectificador de c.c. debe ser como sigue:

a) Máquinas de soldar individuales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada no debe ser menor que el valor resultante de multiplicar el valor de la corriente eléctrica (A), dado en la placa de datos de la máquina de soldar, por el siguiente factor, basado en el ciclo de trabajo de la máquina de soldar.

Ciclo de trabajo									
Por ciento	100	90	80	70	60	50	40	30	20 o menos
Factor	1,00	0,95	0,89	0,84	0,78	0,71	0,63	0,55	0,45

Para máquinas de soldar que tengan un tiempo determinado de operación de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0,75.

b) Grupo de máquinas de soldar. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar se permite que sea menor que la suma de las corrientes eléctricas, como se determinó en el inciso (a). El conductor debe determinarse en cada caso de acuerdo con la carga de la máquina de soldar, basada en el uso de cada una y en la duración del evento de todas ellas, alimentadas por los conductores que se presume no estarán en uso al mismo tiempo. El valor de cada carga usada para cada máquina debe tomar en cuenta tanto la magnitud, como la duración de la carga mientras la máquina de soldar está en uso.

NOTA - La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar se determina tomando como base la suma de 100% de la corriente eléctrica (como se determinó en el inciso (a)) de las dos de mayor capacidad, 85% de la tercera más grande, 70% para la cuarta más grande y 60% de todas las restantes, este cálculo proporciona un amplio margen de seguridad bajo condiciones de alta producción con respecto a la temperatura máxima permisible de los conductores. Se permite usar valores de por ciento menores de los que se dan en casos donde la operación es tal que un ciclo de alta operación es imposible para máquinas de soldar individuales.

630-12. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c., debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b) siguientes. Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor que uno normalizado o cuando el ajuste de la capacidad especificada provoque una operación innecesaria del dispositivo, se permite el uso de un dispositivo nominal o ajustable con capacidad inmediata superior siempre que no rebase los valores indicados a continuación.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

Excepción: No se requiere dispositivo de sobrecorriente para máquinas de soldar que tengan sus conductores de alimentación protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no más de 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten a una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no más de 200% de la capacidad de conducción de corriente del conductor.

630-13. Medios de desconexión. Debe suministrarse un medio de desconexión en el circuito de alimentación de cada máquina de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c. que no esté equipada con un desconectador montado como una parte integral.

Los medios de desconexión deben ser un desconectador o un interruptor automático y su capacidad no debe ser menor que la necesaria de acuerdo con lo especificado en 630-12.

630-14. Marcado. Debe suministrarse una placa de datos en las máquinas de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c. que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión eléctrica en el primario, corriente eléctrica nominal en el primario, máxima tensión eléctrica de circuito abierto, corriente eléctrica nominal en el secundario, ciclo de trabajo o tiempo determinado de operación.

C. Máquinas de soldar de arco tipo motor-generador

630-21. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación a las máquinas de soldar de arco tipo motor-generador, debe ser como sigue:

a) Máquinas de soldar individuales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación no debe ser menor que el valor de la corriente eléctrica que resulte de multiplicar el valor de la corriente eléctrica (A), dado en la placa de datos de la máquina de soldar por el siguiente factor basado en el ciclo de trabajo de la misma.

Ciclo de trabajo									
Por ciento	100	90	80	70	60	50	40	30	20 o menos
Factor	1,00	0,96	0,91	0,86	0,81	0,75	0,69	0,62	0,55

Para máquinas de soldar que tengan un tiempo determinado de operación de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0,80.

b) Grupo de máquinas de soldar. Se permite que la capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a un grupo de máquinas de soldar sea menor que la suma de las corrientes eléctricas que cada máquina de soldar determina de acuerdo con lo indicado en el inciso (a), siempre y cuando no todas las máquinas de soldar trabajen simultáneamente. El valor de la carga usada para cada máquina de soldar debe tomar en cuenta la magnitud y la duración de la carga mientras la máquina de soldar está en uso.

NOTA - La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar, se determina tomando como base la suma de 100% de la corriente eléctrica (como se

determinó en el inciso (a)) de las dos máquinas de soldar de mayor capacidad, 85% de la tercer máquina más grande, 70% para la cuarta más grande, y 60% de todas las restantes. Este cálculo proporciona un amplio margen de seguridad bajo condiciones de alta producción respecto a la temperatura máxima permisible en los conductores. Se permite usar valores de por ciento menores de los que se dan en casos donde la operación es tal que un ciclo de alta operación es imposible para máquinas de soldar individuales.

630-22. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar de arco tipo motor-generador, debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b). Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor que un valor normalizado, o cuando el ajuste del valor especificado provoque una operación innecesaria del dispositivo, se permite el uso de un dispositivo de capacidad nominal o ajustable con capacidad inmediata superior, siempre que no rebase los valores indicados a continuación.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener una protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

Excepción: No se requiere dispositivo de sobrecorriente para máquinas de soldar que tengan sus conductores de alimentación protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimentan a una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable de no más de 200% de la capacidad de conducción de corriente del conductor.

630-23. Medios de desconexión. Debe suministrarse un medio de desconexión en el circuito de alimentación de cada máquina de soldar de arco tipo motor generador. Los medios de desconexión deben ser un interruptor automático o un desconectador para circuito de motor, y su capacidad no debe ser menor que el necesario de acuerdo con lo especificado en 630-22.

630-24. Marcado. Debe suministrarse una placa de datos en las máquinas de soldar de arco tipo motor-generador que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión eléctrica de entrada, corriente eléctrica de entrada, máxima tensión eléctrica de circuito abierto, capacidad de corriente eléctrica de salida, ciclo de trabajo o tiempo determinado de operación.

D. Máquinas de soldar por resistencia

630-31. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación a las máquinas de soldar por resistencia, necesaria para limitar la caída de tensión eléctrica a un valor permisible para el funcionamiento satisfactorio de la máquina de soldar, es usualmente más grande que el requerido para prevenir sobrecalentamiento como se indica a continuación:

a) Máquinas de soldar individuales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación de las máquinas de soldar individuales debe cumplir con lo siguiente:

1) La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación para una máquina de soldar que puede ser operada a diferentes tiempos, a diferentes valores de corriente eléctrica de alimentación real o ciclo de trabajo, no debe ser menor que 70% de la corriente eléctrica nominal de alimentación, para máquinas de soldar de costura, de alimentación automática o 50% de la corriente eléctrica nominal de alimentación para máquinas de soldar de operación manual.

2) La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación para una máquina de soldar de operación específica, de la cual la corriente eléctrica de alimentación real y el ciclo de trabajo son conocidos y permanecen sin cambio, no debe ser menor que el producto de la corriente eléctrica nominal de alimentación por el factor dado en la siguiente tabla para el ciclo de trabajo al cual puede ser operada la máquina de soldar.

Ciclo de trabajo									
Por ciento	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5 o menos
Factor	0,71	0,63	0,55	0,50	0,45	0,39	0,32	0,27	0,22

b) Grupo de máquinas de soldar. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a dos o más máquinas de soldar no debe ser menor que la suma del valor obtenido de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) anterior para la máquina de soldar más grande y 60% del valor obtenido para todas las demás máquinas de soldar.

NOTA - Explicación de términos.

1. Corriente eléctrica nominal de alimentación: resulta de dividir los kVA nominales multiplicados por 1 000 entre la tensión eléctrica nominal, usando los valores dados en la placa de datos.

2. Corriente eléctrica de alimentación real: es la proporcionada por el circuito de suministro durante cada operación de soldadura aplicada a un caso particular.

3. El ciclo de trabajo: es el por ciento de tiempo durante el cual la máquina de soldar está bajo carga. Por ejemplo, una máquina de soldar de puntos, alimentada con un sistema de 60 Hz (216 000 ciclos por hora), haciendo 400 puntos de soldadura por hora, con una duración de quince ciclos por cada punto de soldadura, tendría un ciclo de trabajo de 2,8% (400 multiplicado por 15 dividido entre 216 000 y multiplicado por 100). Una máquina de soldar de costura que opere dos ciclos dentro y dos ciclos fuera, resultaría tener un ciclo de trabajo de 50%.

630-32. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar por resistencia, debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b) siguientes. Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor que un valor normalizado, o cuando el ajuste del valor especificado provoque una operación innecesaria del dispositivo, se permite el uso de un dispositivo de capacidad nominal o ajustable inmediata superior siempre y cuando no rebase los valores indicados a continuación.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable, que no sea mayor que 300% de la corriente eléctrica nominal de alimentación de la máquina de soldar.

Excepción: No se requiere dispositivo de sobrecorriente para una máquina de soldar que tenga su circuito de alimentación protegido por medio de un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal o ajustable a no más de 300% de la corriente eléctrica nominal de alimentación de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimentan a una o más máquinas de soldar, deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal o ajustable a no más de 300% de la capacidad de conducción de corriente del conductor.

630-33. Medios de desconexión. Se debe proporcionar un desconectador o interruptor automático para que por medio de él, cada máquina de soldar por resistencia y su equipo de control puedan desconectarse del circuito de alimentación. La capacidad de corriente de este medio de desconexión no debe ser menor que la capacidad de conducción de corriente del conductor, determinada de acuerdo con lo indicado en 630-31.

Se permite que el desconectador del circuito de alimentación sea el medio de desconexión de la máquina de soldar cuando el circuito alimenta solamente una máquina de soldar.

630-34. Marcado. Debe suministrarse una placa de datos para cada máquina de soldar por resistencia que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, tensión eléctrica nominal y kVA nominales a 50% del ciclo de trabajo, máxima y mínima tensión eléctrica de circuito abierto en el secundario, corriente eléctrica secundaria a cortocircuito a máxima tensión eléctrica del secundario y la abertura de los electrodos (brazos).

E. Cable para soldar

630-41. Conductores. El aislamiento de los conductores instalados en el secundario de las máquinas de soldar eléctricas debe ser resistente a la flama.

630-42. Instalación. Los cables deben ser adecuados para ser instalados en una canalización apropiada que cumpla con los incisos siguientes:

a) Soporte del cable. La canalización para el cable debe tener soportes a intervalos no mayores a 1,5 m.

b) Separación del fuego y de productos de combustión. La instalación debe estar de acuerdo con lo indicado en 300-21.

c) Señales. Debe colocarse una señal permanente en la canalización de cables a intervalos no mayores a 6 m. La señal debe decir "Canalización para cables de soldadura solamente".

ARTICULO 640-EQUIPOS DE GRABACION DE SONIDO Y SIMILARES

640-1. Alcance. Este Artículo cubre al equipo y al alambrado utilizado para la grabación y reproducción de sistemas de sonido, distribución centralizada de sonido, instalaciones públicas de altavoces, entradas de micrófonos o audífonos y órganos electrónicos.

640-2. Aplicación de otros Artículos

a) Alambrado a dispositivos y entre ellos. El sistema de alambrado de usuarios de energía al equipo y la conexión entre éstos, deben cumplir con los requisitos de los Capítulos 1 a 4, excepto cuando estén modificados por este Artículo.

b) Alambrado y equipo. El alambrado y equipo para sistemas públicos de altavoces, de entradas a micrófonos y audífonos, de radiofrecuencia, de audiofrecuencia y para equipo de amplificación asociado con estaciones radiorreceptoras en sistemas de distribución centralizados, deben cumplir con el Artículo 725.

640-3. Número de conductores en tubo (conduit). El número de conductores en tubo (conduit) no debe exceder el factor de relleno indicado en las Tablas del Capítulo 10.

640-4. Ductos metálicos con tapa y canales auxiliares. Los ductos metálicos con tapa deben cumplir con los requisitos del Artículo 362 y los canales auxiliares con lo establecido en el Artículo 374.

Excepción: Cuando se utilicen para la grabación y reproducción de sonidos deben cumplir con lo siguiente:

a. Los conductores en canales metálicos con tapa y en canales auxiliares no deben llenar la canalización a más de 75% de su profundidad.

b. Cuando la tapa de los canales auxiliares esté al límite con el piso y esté expuesta a objetos pesados en movimiento, ésta debe ser de acero con un espesor no menor que 6,4 mm; cuando la tapa no esté expuesta a objetos pesados en movimiento, como en la parte posterior de paneles de equipo, debe tener un espesor de por lo menos 3,4 mm.

c. Los ductos metálicos con tapa y canales auxiliares pueden instalarse ocultos siempre que estén colocados en línea recta entre salidas a cajas de empalme. Las tapas de las cajas deben ser accesibles. Los bordes metálicos en las cajas de salida o cajas de empalme deben redondearse y todas las protuberancias ásperas alisadas, para evitar la abrasión del aislamiento o conductores.

d. Los ductos metálicos con tapa y canales auxiliares se deben poner a tierra de acuerdo con los requisitos del Artículo 250. Cuando los ductos y los canales auxiliares no contengan conductores de alimentación, el conductor de puesta a tierra no necesita ser mayor en tamaño nominal que 2,08 mm^2 (14 AWG) de cobre o su equivalente. Cuando los ductos metálicos con tapa y canales auxiliares contengan conductores de alimentación, el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el exigido en 250-95.

640-5. Conductores. Los circuitos de salida de amplificadores que transporten señales de audiofrecuencia de 70 V o menos y cuya tensión eléctrica en circuito abierto no sea mayor que 100 V, pueden utilizar un sistema de alambrado Clase 2 o 3 como se señala en el Artículo 725.

NOTA - Lo anterior está basado en amplificadores cuya tensión eléctrica en circuito abierto no es mayor que 100 V, cuando son excitados por una señal de cualquier frecuencia de 60 Hz a 100 Hz suficiente para producir su salida de régimen (70,7 V) para su carga nominal. Esto admite el hecho de que el programa medio es de 12 db menor del régimen del amplificador, y por tanto, la tensión eléctrica eficaz en un circuito abierto de 70 V de salida, debe ser solamente 25 V.

640-6. Agrupamiento de los conductores. Los conductores de diferentes sistemas agrupados en la misma canalización u otra cubierta o en cables o cordones portátiles deben cumplir con los requisitos siguientes:

a) Conductores de suministro de energía. Los conductores de suministro de energía deben estar debidamente identificados y se deben utilizar solamente para alimentar al equipo al cual los otros conductores están conectados.

b) Terminales a un motor-generador o de convertidor rotatorio. Las terminales de entrada de un motor-generador o de un convertidor rotatorio, se deben instalar separados de las terminales de salida.

c) Aislamiento de los conductores. Los conductores se deben aislar individualmente o en grupos, con un aislante por lo menos equivalente al de los conductores de alimentación y otros conductores.

Excepción: Cuando los conductores de alimentación y otros conductores estén separados por una cubierta de plomo u otra cubierta metálica continua.

640-7. Cordones flexibles. Los cables y cordones flexibles deben ser de los tipos S, SJ, ST, SJO, SJT u otro tipo aprobado. Los conductores de los cordones flexibles que no sean conductores de alimentación pueden ser de un tamaño nominal no menor que 0,128 mm^2 (26 AWG), siempre que dichos conductores no estén conectados directamente a los conductores de alimentación y cuenten con medios de limitación de corriente eléctrica de manera que la potencia máxima no sea mayor que 150 W, en cualquier condición.

640-8. Terminales. Las terminales se deben marcar para mostrar sus conexiones propias. Las terminales de los conductores que no sean los de alimentación deben estar separados de las terminales de los conductores de alimentación por un espacio al menos tan grande como el que existe entre las terminales de alimentación de polaridad opuesta.

640-9. Baterías. Las baterías deben cumplir con lo siguiente:

a) Instalación. Las baterías se deben instalar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 480.

b) Aislamiento de los conductores. Las terminales deben tener aislamientos basados en hule o en termoplásticos.

640-10. Protección contra sobrecorriente de los circuitos. La protección contra sobrecorriente se debe efectuar como sigue:

a) Calentador o filamento (cátodo). Los circuitos del calentador o filamento (cátodo) de un tubo electrónico, deben tener una protección contra sobrecorriente no mayor que 15 A cuando sean alimentados por un circuito derivado de alumbrado o por una batería cuya capacidad sea mayor que 20 Ah.

b) Placa (ánodo-positivo). Los circuitos a la placa (ánodo-positivo) y a la rejilla de un tubo electrónico, debe tener protección contra sobrecorriente no mayor que 1 A.

c) Rejilla de control. Los circuitos del control de rejilla de un tubo electrónico debe tener protección contra sobrecorriente no mayor que 1 A cuando sea alimentado por circuitos derivados de alumbrado o por una batería cuya capacidad sea mayor que 20 Ah.

d) Localización. Los dispositivos de sobrecorriente deben estar localizados tan cerca como sea posible a la fuente de alimentación.

640-11. Amplificadores y rectificadores

a) Tipo aprobado. Los amplificadores y rectificadores deben estar cubiertos adecuadamente y deben ser de un tipo aprobado.

b) Fácil acceso. Los amplificadores y rectificadores se deben ubicar de manera que estén accesibles fácilmente.

c) Ventilación. Los amplificadores y rectificadores se deben ubicar de manera que tengan suficiente ventilación para evitar un aumento excesivo de temperatura dentro de sus cubiertas protectoras y del local en que se encuentren instalados.

640-12. Areas peligrosas (clasificadas). El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas), debe cumplir con las disposiciones indicadas en el Artículo 500.

640-13. Protección contra daño físico. Los amplificadores, rectificadores, altavoces y otros equipos, deben estar ubicados o deben protegerse de manera que estén resguardados contra daño físico, o lo que pueda resultar por incendios o daño provocados por personas.

ARTICULO 645-EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DE COMPUTO ELECTRONICO

645-1. Alcance. Este Artículo incluye equipo, alambrado de alimentación, alambrado de conexión de equipo y puesta a tierra de los sistemas y equipo de procesamiento de datos por computadora electrónica, incluyendo equipo terminal y en cuartos de cómputo.

645-2. Requerimientos especiales para cuartos de equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico. Este Artículo se aplica considerando que las siguientes condiciones se cumplen:

1) Están provistos medios de desconexión de acuerdo con lo indicado en 645-10.

2) Existe un sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado instalado para uso exclusivo del local con equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico separado de otras áreas de ocupación. Cualquier sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado que sirva a otros locales es permitido que sirva también al local de equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico, si existen compuertas contra humo o fuego en el punto límite de propagación del cuarto. Dichas compuertas deben operar con la activación de los detectores de humo y también por la operación de los medios de desconexión requeridos en 645-10.

3) Se ha instalado únicamente equipo aprobado para procesamiento de datos y cómputo electrónico.

4) Area únicamente ocupada por el personal calificado para la operación y mantenimiento del equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico.

NOTA - El local de cómputo no debe usarse para el almacenamiento de combustibles, excepto de los necesarios para la operación del equipo de un día para otro.

5) El local de cómputo debe estar separado de los otros locales por paredes, pisos y techos clasificados como resistentes al fuego y con aberturas protegidas.

6) La construcción del edificio, locales o áreas de ocupación, cumplen con lo aplicable del Reglamento de Construcciones de la localidad.

645-5. Circuitos de alimentación y cables de conexión

a) Conductores de circuitos derivados. Los conductores de los circuitos derivados, que alimenten a una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos, deben tener una capacidad no menor que 125% del total de la carga conectada.

b) Medio de conexión. Se permite que el sistema de procesamiento de datos esté conectado a un circuito derivado por uno de los siguientes dispositivos aprobados para ese propósito:

1) Cable y clavija de computadora o procesador de datos.

2) Cordón flexible y clavija.

3) Conjunto cordones. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo deben ser de tipo protegido contra daño físico.

c) Cables de conexión. Las unidades separadas de procesamiento de datos se permite que sean interconectadas por medio de cables y conjunto de cables aprobado para ese propósito. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo deben ser de tipo protegido contra daño físico.

d) Por debajo de pisos falsos. Los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de conexión y receptáculos asociados con el equipo de procesamiento de datos, se permiten debajo de pisos falsos cuando:

1) El piso falso es de una construcción adecuada y el área bajo el piso es accesible.

2) Los conductores de circuitos derivados que alimenten receptáculos o equipo alambrado en sitio estén alojados en tubo (conduit) tipo pesado, semipesado o ligero, metálico o no metálico, canalización metálica de superficie con cubierta metálica, tubo (conduit) flexible metálico, tubo (conduit) metálico o no metálico flexible hermético a los líquidos, cable con blindaje metálico tipo MC, o cable tipo AC. Estos conductores de alimentación deben estar instalados de acuerdo con los requerimientos del Artículo 300.

3) La ventilación debajo de los pisos falsos se utilice únicamente para el equipo y para el local de procesamiento de datos.

4) Las aberturas para cables en los pisos falsos protegen los cables contra abrasión y minimizan la entrada de basuras debajo del piso.

5) Otros cables que no están comprendidos en el inciso (2) anterior deben ser del tipo DP aprobado como resistente al fuego, adecuado para instalarse bajo piso falso en locales de cómputo.

Excepción 1: Cuando los cables de conexión están instalados en tubo (conduit) o en soportes tipo charola para cables.

Excepción 2: Otros cables aprobados que satisfacen los requerimientos anteriores son tipo TC (Artículo 340); tipo CL2, CL3 y PLTC (Artículo 725); tipo FPL (Artículo 760); tipo OFC y OFN (Artículo 770); tipo CM y MP (Artículo 800); tipo CATV (Artículo 820). A estas designaciones se les permite agregárseles las letras P o R.

e) Fijación de los cables en el lugar. No se requiere que se fijen en su lugar los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión e interconexión, y cajas, conectores y receptáculos, cuando estén aprobados como parte de o para equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico.

645-6. Cables fuera del área de cómputo. Los cables que se extiendan más allá del área de cómputo están sujetos a los requerimientos aplicables de esta norma.

NOTA - Para circuitos de señalización referirse al Artículo 725, para circuitos de fibra óptica referirse al Artículo 770, y para circuitos de comunicaciones referirse al Artículo 800. Para sistemas de señalización de protección contra el fuego referirse al Artículo 760.

645-7. Cables a través de paredes. Los cables que atraviesen el límite de protección de resistencia al fuego del local deben estar de acuerdo con lo indicado en 300-21.

645-10. Medios de desconexión. Debe existir un medio de desconexión del suministro de energía para todo el equipo eléctrico, en el local de cómputo electrónico. Debe haber además un medio similar para desconectar el suministro de energía a todo el sistema de aire acondicionado exclusivo para el local y debe activar el cierre de todas las compuertas contra humo y fuego. Estos medios de desconexión deben estar agrupados e identificados y deben ser controlados desde un sitio accesible fácilmente en las principales puertas de salida. Se permite un medio único que controle a ambos, sistema de equipo electrónico y sistema de aire acondicionado.

Excepción: Instalaciones que se deban sujetar a lo previsto en el Artículo 685.

645-11. Sistemas de energía ininterrumpible (SEI). Los SEI instalados dentro de áreas de procesamiento de datos y cómputo electrónico, y sus circuitos de alimentación y de salidas, deben cumplir con lo indicado en 645-10. Los medios de desconexión deben desconectar la batería de su carga.

Excepción 1: Instalaciones que clasifiquen bajo lo previsto en el Artículo 685.

Excepción 2: Los medios de desconexión que cumplen con lo indicado en 645-10 no se requieren para fuentes de poder con capacidad de 750 VA o menos, derivados de un equipo SEI o de circuitos de baterías integrados a un equipo electrónico. Se debe tomar en cuenta que todos los requisitos indicados en 645-11 se deben cumplir.

645-15. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente eléctrica, de un sistema de procesamiento de datos y cómputo electrónico, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 o deben ser de doble aislamiento. Los sistemas de suministro de energía derivados dentro del equipo aprobado que alimenten a equipo de cómputo y las cuales son suministradas como parte de ese equipo, no deben ser considerados separadamente como derivados para propósito de aplicación de lo indicado en 250-5 d).

Nota 1: El equipo aprobado proporciona la conexión de puesta a tierra requerida de acuerdo con la intención del Artículo 250.

Nota 2: Cuando se utilicen receptáculos del tipo de puesta a tierra aislada, véase 250-74 Excepción 4.

645-16. Marcado. Cada unidad de un sistema de procesamiento de datos que vaya a ser alimentado por un circuito derivado debe estar provista de una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión eléctrica de suministro, frecuencia nominal y la máxima carga nominal (A).

ARTICULO 650-ORGANOS TUBULARES

650-1. Alcance. Este Artículo cubre aquellos circuitos eléctricos y partes que operan eléctricamente órganos tubulares y que son empleados para controlar los aparatos de sonido y teclados.

650-2. Otros Artículos. Los órganos electrónicos deben cumplir con las disposiciones apropiadas del Artículo 640.

650-3. Fuente de energía. La fuente de energía debe ser un transformador tipo rectificador, la tensión eléctrica de c.c. no debe exceder 30 V.

650-4. Puesta a tierra. El rectificador debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo previsto en el Artículo 250.

650-5. Conductores. Los conductores deben cumplir con lo siguiente:

a) Tamaño nominal. No menor que 0,082 mm^2 (28 AWG) para circuitos de señales electrónicas y no menor que 0,128 mm^2 (26 AWG) para alimentación por válvulas electromagnéticas y similares. El conductor común de retorno en alimentaciones electromagnéticas no debe ser menor que 2,08 mm^2 (14 AWG).

b) Aislamiento. Los conductores deben tener aislamiento termoplástico o termofijo.

c) Los conductores deben ser cableados. Con excepción del conductor común de retorno y los conductores internos del órgano, todos los demás conductores que pertenecen a las secciones del órgano y a la consola del mismo deben ser cableados. El conductor común de retorno puede estar dentro de una cubierta adicional que incluya tanto al cable como al conductor de retorno, o puede instalarse como un conductor separado y estar en contacto con el cable.

d) Cubierta del cable. Todo cable debe estar provisto con una cubierta exterior; ya sea general o cinta aislante. Cuando no se use canalización metálica, la cubierta debe ser retardante de la flama o el cable debe estar cubierto con una cinta aislante a prueba de fuego con tejido cerrado.

650-6. Instalación de conductores. Los cables deben estar sujetos firmemente en su lugar y se pueden fijar directamente a la estructura del órgano, sin soportes aislantes. Deben colocarse de forma que no hagan contacto con otros conductores.

650-7. Protección contra sobrecorriente. Los circuitos deben estar distribuidos de tal manera que todos los conductores se encuentren protegidos contra sobrecorriente por un dispositivo de capacidad nominal no mayor que 6 A.

Excepción: Los conductores del circuito principal de alimentación y el ducto común de retorno.

ARTICULO 660-EQUIPOS DE RAYOS X

A. Disposiciones generales

660-1. Alcance. Este Artículo incluye todo equipo de rayos X que funcione a cualquier frecuencia o tensión eléctrica, para uso industrial u otras aplicaciones que no sean médicas ni dentales.

NOTA - Para instalación de equipo de rayos X de atención a la salud véase el Artículo 517, Parte E.

Las disposiciones de este Artículo no deben interpretarse como especificaciones para la protección contra la radiación útil dirigida o dispersa.

660-2. Definiciones

Movible. Un equipo de rayos X montado sobre una base permanente, dotado de ruedas o similar, que le permite desplazarse cuando está completamente ensamblado.

Portátil. Un equipo de rayos X diseñado para llevar a mano.

Régimen prolongado. Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento de cinco minutos o mayor.

Régimen momentáneo. Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento que no sobrepasen cinco segundos.

Transportable. Un equipo de rayos X diseñado para ser instalado en un vehículo o que puede ser fácilmente desmontado para ser transportado en un vehículo.

660-3. Areas peligrosas (clasificadas). No se debe instalar ni hacer funcionar aparatos de rayos X ni equipo conexo en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que sean de tipo aprobado e identificado para dichos áreas.

NOTA - Véase el Artículo 517, Parte D.

660-4. Conexión al circuito de alimentación

a) Equipo fijo o estacionario. El equipo de rayos X, fijo o estacionario, se debe conectar a la fuente de alimentación por medio de un método de instalación que cumpla con los requisitos generales de esta norma.

Excepción: El equipo debidamente alimentado por circuitos derivados no mayores a 30 A puede conectarse mediante un cordón y clavija de uso rudo aprobado.

b) Equipo portátil movible y transportable. El equipo de rayos X portátil, movible y transportable, de una capacidad no mayor que 60 A, no requiere circuitos derivados individuales. El equipo de rayos X portátil y movible de cualquier capacidad debe ser alimentado por medio de cables o cordones de uso rudo aprobados. El equipo transportable de rayos X de cualquier capacidad podrá ser conectado a su fuente de alimentación por medio de conexiones adecuadas y por cable o cordón de uso rudo.

c) Tensión eléctrica de alimentación mayor que 600 V nominales. Los circuitos y equipo que funcionen a más de 600 V nominales, deben cumplir con el Artículo 710.

660-5. Medios de desconexión. Los medios de desconexión se deben instalar en un lugar accesible fácilmente y con manejo desde el control del equipo de rayos X. Los medios de desconexión deben ser de capacidad apropiada, por lo menos de 50% de la corriente eléctrica requerida por el régimen momentáneo o de 100% de la corriente eléctrica requerida para el régimen prolongado, escogiendo el mayor de los valores. Para equipo conectado a un circuito derivado de 120 V o 127 V nominales, de 30 A o menos, se puede utilizar como medio de desconexión un cordón y clavija de tipo polarizado con puesta a tierra, de capacidad adecuada.

660-6. Tamaño nominal de los conductores de alimentación y de la protección por sobrecorriente

a) Conductores de circuitos derivados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación de los circuitos derivados y de los dispositivos de protección por sobrecorriente, no deben ser menores a 50% del régimen momentáneo o a 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X, escogiéndose el mayor de los dos valores.

b) Conductores del alimentador. La capacidad de conducción de corriente de los conductores y la capacidad nominal de los dispositivos de protección por sobrecorriente de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimenten dos o más unidades de rayos X, no deben ser menores a 100% del régimen momentáneo (como se indica en (a)) de los dos aparatos de rayos X más grandes, más 20% del régimen momentáneo de los otros aparatos de rayos X.

NOTA - El tamaño nominal mínimo de los conductores para circuitos derivados y alimentadores, se rige también por los requisitos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante

generalmente recomienda: transformadores de distribución, capacidad de los medios de desconexión, protección por sobrecorriente y el tamaño nominal mínimo de los conductores.

660-7. Terminales de alambrado. El equipo de rayos X debe estar provisto de terminales o puntas de conexión adecuadas para la conexión.

Excepción: Cuando esté provisto permanentemente de un cordón apropiado.

660-8. Número de conductores en una canalización. El número de conductores de control instalados en una canalización debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-17.

660-9. Tamaño nominal mínimo de los conductores. Se permite usar conductores de tamaño nominal de 0,824 mm^2 (18 AWG) o de 1,31 mm^2 (16 AWG), según se indica en 725-16, y cordones flexibles para los circuitos de control y de funcionamiento de equipo de rayos X y de equipo auxiliar, cuando éste cuente con dispositivos de protección por sobrecorriente no mayores a 20 A.

660-10. Instalación del equipo. Todo equipo de rayos X para instalaciones nuevas o equipo usado o reacondicionado que se reinstale en un nuevo lugar debe ser aprobado.

B. Control

660-20. Equipo fijo y estacionario

a) Dispositivo de control separado. Además de los medios de desconexión se debe instalar un dispositivo de control al circuito que alimenta el control del equipo de rayos X o instalarse en el circuito primario del transformador de alta tensión. Este dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero puede estar colocado en una envolvente separada, adyacente a la unidad de control de rayos X.

b) Dispositivos de protección. Se debe instalar un dispositivo de protección para controlar la carga ocasionada por una falla en el circuito de alta tensión; se permite que este dispositivo de protección esté incorporado dentro del dispositivo de control separado.

660-21. Equipo portátil y movible. El equipo portátil y movible debe cumplir con lo indicado en 660-20, pero el dispositivo de control manual debe estar dentro de él o sobre el mismo.

660-23. Equipo de laboratorio comercial e industrial

a) Tipos radiográfico y fluoroscópico. Todo equipo radiográfico o fluoroscópico debe estar encerrado efectivamente o disponer de un sistema de bloqueo eléctrico que desenergice automáticamente el equipo, para prevenir un contacto con partes energizadas.

b) Tipos de irradiación y difracción. El equipo de irradiación y difracción debe estar provisto de un sistema efectivo para indicar cuándo está energizado. El indicador debe ser basado en luces piloto, de un medidor de deflexión fácilmente legible o de cualquier medio equivalente.

Excepción: Equipo o instalaciones encerrados efectivamente o provistos de bloqueo eléctrico que impida el acceso a partes energizadas durante el funcionamiento.

660-24. Control independiente. Cuando el mismo circuito de alta tensión alimente más de una parte del equipo, cada parte o grupo de equipo que formen una unidad deben tener un desconectador de alta tensión u otro medio de desconexión equivalente. Estos medios de desconexión deben ser construidos, cubiertos o ubicados de manera que se evite que alguna persona pueda hacer contacto con las partes energizadas.

C. Transformadores y capacitores

660-35. Disposiciones generales. Los transformadores y capacitores que son parte de equipo de rayos X no necesitan cumplir con los requisitos de los Artículos 450 y 460.

660-36. Capacitores. Los capacitores deben estar colocados dentro de envolventes metálicas puestas a tierra, o hechas de material aislante.

D. Resguardos y puesta a tierra

660-47. Disposiciones generales

a) Partes de alta tensión. Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos X, deben tener envolventes puestas a tierra. Para aislar las partes de alta tensión de las envolventes puestas a tierra puede utilizarse aire, aceite, gas u otro medio aislante adecuado. Las conexiones del equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y a otros componentes de alta tensión se deben hacer con cables de alta tensión con pantalla.

b) Cable de baja tensión. Los cables de baja tensión que sirven de conexión a unidades con aceite, tales como transformadores, capacitores, enfriadores de aceite y desconectadores de alta tensión que no estén completamente sellados, deben tener aislamiento resistente al aceite.

660-48. Puesta a tierra. Las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo de rayos X y equipo asociado (controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanque del transformador, cables con pantalla, cabezales del tubo de rayos X, etc.) deben estar puestos a tierra de la manera especificada en el Artículo 250. El equipo portátil y movible debe estar provisto de una clavija de tipo polarizado y con medio de puesta a tierra.

Excepción: Equipo que funciona con baterías.

ARTICULO 665-EQUIPO DE CALENTAMIENTO POR INDUCCION Y POR PERDIDAS DIELECTRICAS

A. Disposiciones generales

665-1. Alcance. Este Artículo cubre la construcción e instalación de equipo de calentamiento por inducción y dieléctrico y accesorios para aplicaciones industriales y científicas, pero no para aplicaciones médicas o dentales, aparatos eléctricos, o para calentamiento de tubería o recipientes.

NOTA 1: Véase el Artículo 422 para aparatos eléctricos.

NOTA 2: Véase el Artículo 427 Parte E, para calentamiento frecuente en oleoductos de barcos.

665-2. Definiciones

Calentamiento dieléctrico. Es el calentamiento de un material aislante debido a sus propias pérdidas dieléctricas, cuando el material es colocado dentro de un campo eléctrico variable.

Calentamiento por inducción. Es el calentamiento de un material conductor, debido a sus propias pérdidas I^2R, cuando el material es colocado dentro de un campo electromagnético variable.

Equipo de calentamiento. El término "Equipo de Calentamiento" como es usado en este Artículo, incluye cualquier equipo usado para propósitos de calentamiento, cuyo calor es generado por métodos de inducción o dieléctrico.

665-3. Otros Artículos. El alambrado de la fuente de poder al equipo de calentamiento debe cumplir con los Capítulos 1 al 4. Los circuitos y equipo operados a más de 600 V nominales deben cumplir con lo indicado en el Artículo 710.

665-4. Ubicación en áreas peligrosas (clasificadas). El equipo de calentamiento no debe ser instalado o ubicado en áreas peligrosas (clasificadas) como las definidas en el Artículo 500.

Excepción: Donde el equipo y el alambrado estén aprobados e identificados para áreas peligrosas (clasificadas).

B. Protección y conexión de puesta a tierra

665-20. Envolventes. Los aparatos convertidores (incluyendo la línea de c.c.) y circuitos eléctricos de alta frecuencia (excluyendo circuitos de salida y circuitos de control remoto), deben estar completamente localizados dentro de una envolvente o envolventes de materiales no combustibles.

665-21. Paneles de control. Todos los paneles de control deben ser de construcción en gabinetes con el frente sin partes conductoras expuestas (frente muerto).

665-22. Acceso a equipo interno. Se deben usar puertas o paneles desmontables para acceso interno. Donde se usen puertas dando acceso a tensiones eléctricas de 500 V a 1 000 V c.a. o c.c., éstas deben tener una cerradura. Donde se usen puertas dando acceso a tensiones mayores de 1 000 V c.a. o c.c., éstas deben tener un bloqueo mecánico con un medio de desconexión. Los paneles desmontables no usados para el acceso interno a los mismos, deben ser asegurados, de tal manera que se dificulte su desmontaje.

665-23. Señalización de prevención. Las señales de prevención tales como **"Peligro - Alta Tensión Eléctrica - No Entrar"** deben estar fijas al equipo y deben ser totalmente visibles para evitar que personal no calificado pueda estar en contacto con partes energizadas aun cuando las puertas estén abiertas o cuando los paneles eléctricos que operen a una tensión eléctrica arriba de 250 V c.c. o c.a. sean removidos de su sitio.

665-24. Capacitores. Donde se utilicen capacitores que excedan de 0,1 μF en circuitos de c.c., ya sea como componente de un filtro de rectificadores o como supresores, con circuitos con tensión eléctrica mayor que 240 V a tierra, deben utilizarse resistencias de descarga o desconectadores de puesta a tierra como dispositivos de puesta a tierra. El tiempo de descarga debe estar de acuerdo con lo indicado en 460-6(a).

Donde se usen capacitores con desconexión individual, se debe usar una resistencia de descarga o un medio de desconexión automático como medio de descarga.

Donde se utilicen rectificadores auxiliares con filtros-capacitores en la salida de fuentes preferentes de alimentación, se deben instalar resistencias de descarga, aun cuando la tensión eléctrica de c.c. no exceda 240 V.

665-25. Cubierta del aplicador de trabajo. Se deben utilizar jaulas o envolventes protectoras para resguardo de los elementos calentadores distintos de los devanados de inducción. Se permite proteger a los devanados de calentamiento con materiales aislantes y/o refractarios. Se deben instalar desconectadores conmutadores de bloqueo en todas las puertas embisagradas de acceso, paneles corredizos u otros medios de acceso fácil al aplicador. Los desconectadores conmutadores de bloqueo deben estar conectados de tal manera que corten la energía eléctrica del aplicador cuando cualquiera de las puertas de acceso o paneles estén abiertos. No se requieren bloqueos sobre puertas de acceso o tableros, si el aplicador es un devanado de calentamiento por inducción a un potencial de c.c. a tierra, o si está operando a menos de 150 V c.a.

665-26. Puesta a tierra y unión. Deben usarse conexiones de puesta a tierra entre unidades donde sea requerido para la operación de circuitos y con esto garantizar a un valor seguro de potencial de radio-frecuencia entre todas las partes expuestas no portadoras de corriente eléctrica del equipo. Tales conexiones de puesta a tierra y uniones deben estar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

665-27. Identificación. Cada equipo de calentamiento debe suministrarse con una placa de datos proporcionando el nombre del fabricante, modelo de identificación y los siguientes datos de entrada: tensión eléctrica de la línea, frecuencia, número de fases, corriente eléctrica máxima, kVA a máxima carga, factor de potencia a máxima carga.

665-28. Envolventes de control. Se permite usar c.c. o c.a. de baja frecuencia dentro de la parte de control del equipo de calentamiento. Esto debe ser limitado a no más de 150 V. También se permite el uso del cable de tamaño nominal de 0,824 mm^2 (18 AWG) o mayor sólido o trenzado. Se permite instalar un transformador reductor, con protección propia de sobrecorriente, dentro de la envolvente de control para obtener una tensión eléctrica alterna menor que 150 V. Las terminales con tensiones más altas deben protegerse para prevenir contactos accidentales. Se permite utilizar componentes de 60 Hz para control de equipo de alta frecuencia, siempre que esté debidamente dimensionado por el fabricante del equipo e calentamiento. Se permite que los cables utilizados en circuitos electrónicos que utilicen dispositivos de estado sólido sean de tamaño nominal más pequeño o en circuitos impresos.

C. Equipo motor-generador

665-40. Generalidades. El equipo motor-generador debe incluir todo el equipo rotativo diseñado para operar por un motor de c.c. o c.a. o por accionamiento mecánico de un generador de energía o motor primario, produciendo una c.a. de cualquier frecuencia para calentamiento por inducción o por pérdidas dieléctricas.

665-41. Capacidad de conducción de corriente de conductores de la fuente de suministro de energía. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de la fuente de suministro de energía eléctrica debe ser determinada de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430.

665-42. Protección contra sobrecorriente. Se debe instalar una protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo especificado en el Artículo 430 para los circuitos de suministro de energía eléctrica.

665-43. Medio de desconexión. Se deben instalar los medios de desconexión según lo especificado en el Artículo 430. Se debe proveer un medio de desconexión rápido y accesible para que cada equipo de calentamiento pueda ser separado de su circuito de alimentación. La capacidad nominal de este medio de desconexión no debe ser menor que la corriente eléctrica indicada en la placa de identificación del equipo. Cuando sólo se alimente a un equipo, se permite que el medio de desconexión de la fuente sea el mismo medio de desconexión del equipo de calentamiento.

665-44. Circuito de salida. El circuito de salida debe incluir a todos los componentes externos al generador, incluyendo contactores, transformadores, barras de distribución y accesorios mecánicos, y deben cumplir con los siguientes incisos:

a) Salida del generador. Los circuitos de salida deben estar separados, sin conexión de puesta a tierra.

Excepción 1: En donde la capacitancia de acoplamiento en el generador ocasiona que en las terminales del generador se tengan tensiones eléctricas iguales.

Excepción 2: En donde un vacío o atmósfera controlada se use con un devanado en un tanque o cámara, el punto central del devanado debe estar puesto a tierra para mantener un potencial igual entre cada terminal.

Donde la tensión eléctrica nominal exceda 500 V, el circuito de salida debe incorporar una unidad protección contra falla a tierra. La c.c. aplicada en la salida del circuito no debe exceder 30 V y no debe exceder una capacidad de corriente eléctrica de 5 mA. Se permite un transformador de aislamiento para acoplar la carga y la alimentación en el circuito de salida, si la salida del secundario no está a una diferencia de potencial de c.c. respecto de tierra.

b) Conexión de componentes. Los diversos componentes requeridos para una instalación completa de un equipo de calentamiento por inducción deben ser conectados por cable multiconductor, barras de distribución o cables coaxiales apropiadamente protegidos. Los cables deben instalarse en canalizaciones de materiales no ferrosos. Las barras de distribución deben estar protegidas, donde sea requerido, por medio de ductos no ferrosos.

665-47. Control remoto

a) Desconectador selector. En donde se utilicen controles remotos para aplicar energía, se debe proveer un conmutador selector de bloqueo, de tal modo que se suministre energía únicamente de un punto de control a la vez.

b) Desconectador de pedal. Los desconectadores operados por presión del pie deben blindarse sobre el botón de contacto para evitar cierre accidental del desconectador.

D. Equipo distinto del motor-generador

665-60. Generalidades. Otros equipos que no sean el motor-generador deben consistir de multiplicadores estáticos y unidades tipo oscilatorio utilizando tubos de vacío (bulbos) o dispositivos de estado sólido. El equipo debe ser capaz de convertir c.c. o c.a. a una c.a. de frecuencia adecuada para producir el calentamiento por inducción o por pérdidas dieléctricas.

665-61. Capacidad de conducción de corriente de conductores de la fuente de suministro de energía. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de la fuente de suministro de energía eléctrica debe determinarse de acuerdo con lo siguiente:

a) Capacidad de placa de datos. La capacidad de conducción de corriente de los conductores no debe ser menor que la capacidad de corriente eléctrica según la placa de datos del equipo.

b) Dos o más. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a dos o más equipos no debe ser menor que la suma de las corrientes eléctricas, según datos de placa del equipo.

Excepción: Si la operación simultánea de dos o más equipos alimentados de la misma fuente no es posible, la capacidad de conducción de corriente del alimentador no debe ser menor que la suma de corrientes eléctricas, según la placa de datos del grupo de máquinas más grande, que pudieran operar simultáneamente, más 100% de las corrientes eléctricas de reserva de las máquinas alimentadas.

665-62. Protección por sobrecorriente. Se debe instalar la protección para sobrecorriente según se especifica en el Artículo 240. Esta protección contra sobrecorriente debe ser suministrada separadamente o como parte del equipo.

665-63. Medio de desconexión. Debe instalarse un medio de desconexión rápido y accesible para que cada equipo de calentamiento pueda ser separado del circuito de alimentación. La capacidad de estos medios de desconexión no debe ser menor que la corriente eléctrica según datos de placa del equipo. Se permite que el medio de desconexión del alimentador sea el medio de desconexión del equipo de calentamiento cuando el circuito alimente únicamente un equipo. Se permite la utilización de controles de temperatura para evitar que permanezca conectado cuando alcance la temperatura deseada y brindar mejor utilización de la energía.

665-64. Circuito de salida. El circuito de salida debe incluir a todos los componentes externos de la salida del convertidor, incluyendo contactores, transformadores, barras de distribución y accesorios mecánicos; éstos deben cumplir con los incisos (a) y (b):

a) Salida del convertidor. El circuito de salida debe estar apartado, separado sin conexión de puesta a tierra.

Excepción: Donde una tensión eléctrica de c.c. pueda existir en las terminales debido a una falla de un componente interno, el circuito de salida (directo o acoplado) debe estar a un potencial de c.c. respecto de tierra.

b) Convertidor y conexión al aplicador. Si las conexiones entre el convertidor y el aplicador de trabajo exceden 60 cm de longitud, las conexiones deben estar encerradas o protegidas con material no combustible ni ferroso.

665-66. Frecuencia de la línea en la salida del equipo convertidor. Se permite que las salidas de c.a. de frecuencia comercial de 25 Hz a 60 Hz sean acopladas para propósitos de control, pero no deben ser mayores a 150 V durante periodos de operación de los circuitos.

665-67. Conmutador. Donde se utilicen circuitos controlados de alta velocidad que dependen del efecto de "oscilador de bloqueo", la tensión eléctrica pico de radiofrecuencia de salida durante la porción bloqueada del ciclo, no debe exceder de 100 V en unidades que utilicen convertidores de radiofrecuencia.

665-68. Control remoto

a) Desconectador selector. Donde se utilicen controles remotos para aplicar energía eléctrica, se debe proveer un desconectador selector para suministrar energía únicamente de un punto de control a la vez.

b) Desconectador de pedal. Los conmutadores operados por presión del pie deben blindarse sobre el botón de contacto para evitar un cierre accidental del desconectador.

ARTICULO 668-CELDAS ELECTROLITICAS

668-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de los componentes eléctricos y accesorios de celdas electrolíticas, celdas electrolíticas en línea y a los procesos de suministro de energía para la producción de aluminio, cadmio, cloro, cobre, flúor, peróxido de hidrógeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc. Las disposiciones de este Artículo no incluyen a las celdas utilizadas como fuente de energía eléctrica, ni para procesos de galvanoplastia, ni a celdas utilizadas en producción de hidrógeno.

NOTA - En general, las celdas o grupos de celdas en línea dispuestos como una unidad para la producción de un metal particular, gas o componentes químicos, pueden diferir de otras celdas o grupos de celdas en línea, que producen lo mismo en las materias primas utilizadas en la capacidad de salida en el uso de métodos y procesos apropiados y otros factores que no son el objeto de esta norma.

668-2. Definiciones

Celdas en línea. Un conjunto de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente y alimentadas por una fuente de c.c.

Accesorios de celdas en línea y equipo auxiliar. Según lo indicado en este Artículo, los accesorios de celdas en línea y equipo auxiliar incluyen, pero no están limitadas a: tanques auxiliares, tubería de proceso, ductos de trabajo, soportes estructurales, conductores visibles de las celdas en línea, tubo (conduit) y otras canalizaciones: bombas, equipo para posicionar y equipo de desconexión o de desvío eléctrico para las celdas. El equipo auxiliar incluye herramientas, máquinas para soldar, crisoles y otro equipo portátil usado para la operación y mantenimiento dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en línea.

En la zona de trabajo de las celdas en línea, el equipo auxiliar incluye las superficies conductoras descubiertas de grúas no puestas a tierra y el equipo de servicio de las grúas.

Celda electrolítica. Un tanque o recipiente en el cual las reacciones electroquímicas son causadas por la aplicación de energía eléctrica con fines de procesos de refinación o producción de materiales de utilización definida.

Zona de trabajo de las celdas electrolíticas en línea. La zona de trabajo de las celdas en línea es el espacio en el cual se realiza la operación y el mantenimiento, sobre o cerca de superficies energizadas descubiertas de celdas electrolíticas en línea o de sus accesorios.

668-3 Otros Artículos aplicables

a) Alumbrado, ventilación, manejo de materiales. Los Capítulos 1 a 4 deben aplicarse a las acometidas, alimentadores, circuitos derivados y aparatos para suministrar energía a sistemas de alumbrado, de ventilación, manejo de materiales y similares, los cuales están fuera de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas.

b) Sistemas no conectados eléctricamente. Los elementos de un sistema de suministro de energía a celdas en línea que no estén conectados eléctricamente al sistema de alimentación de las celdas, tales como el primario de un transformador de dos devanados, el motor de un conjunto motor-generador, alimentadores, circuitos derivados, medios de desconexión, controles de motores, equipo de protección contra sobrecargas, deben cumplir con las disposiciones de esta norma.

NOTA - Para los propósitos de este Artículo, "conectado eléctricamente" significa conexión capaz de transportar corriente eléctrica, lo que la distingue de la conexión por inducción electromagnética.

c) Celdas electrolíticas en línea. Las celdas electrolíticas en línea deben cumplir con las disposiciones de los Capítulos 1, 2, 3 y 4.

Excepción 1: Los conductores de las celdas electrolíticas en línea no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (véase 668-11).

Excepción 2: La protección contra sobrecorriente de los circuitos de energía en c.c. de las celdas electrolíticas no requieren cumplir con los requisitos del Artículo 240.

Excepción 3: El equipo ubicado o usado dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en línea o asociado con los circuitos de energía eléctrica en c.c., no requieren cumplir con las disposiciones del Artículo 250.

Excepción 4: Las celdas electrolíticas, sus accesorios y el alambrado de equipo y dispositivos auxiliares que estén dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (véase 668-30).

NOTA - Véase 668-15 para puesta a tierra de equipos, aparatos y componentes estructurales.

668-10. Zona de trabajo de las celdas en línea

a) Area cubierta. El espacio comprendido por la zona de trabajo de las celdas en línea debe ser:

1) No mayor que 2,5 m sobre superficies energizadas de celdas electrolíticas en línea o sobre sus accesorios energizados.

2) No mayor que 2,5 m por debajo de superficies energizadas de celdas electrolíticas en línea o de sus accesorios energizados.

3) No mayor que 1,2 m horizontalmente desde la superficie energizada de las celdas electrolíticas en línea o de sus accesorios energizados o desde el espacio cubierto descrito en 1) y 2) inmediatos anteriores.

b) Areas no cubiertas. La zona de trabajo de celdas en línea no debe extenderse más allá de paredes, pisos, techos, cercas o similares, para efectos de cumplir con los requisitos establecidos en esta Sección.

668-11. Alimentación de las celdas en línea mediante c.c.

a) No puesta a tierra. No se requiere conexión de puesta a tierra de los conductores de alimentación en c.c., de celdas en línea.

b) Puesta a tierra de las envolventes metálicas. Las envolventes metálicas de los aparatos de alimentación en c.c. en celdas en línea que operan a una diferencia de potencial entre terminales de más de 50 V. deben ser puestas a tierra por uno de los siguientes medios:

1) A través de equipo con relevadores de protección.

2) Conductor de cobre de puesta a tierra de tamaño nominal no menor que 67,4 mm^2 (2/0 AWG), o un conductor de igual o mayor conductancia.

c) **Requisitos de conexión de puesta a tierra**. Las conexiones de puesta a tierra requeridas en 668-11 b), deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 250-112, 250-113, 250-115, 250-117 y 250-118.

668-12 Conductores de celdas en línea

a) Aislamiento y material. Los conductores de celdas en línea deben ser desnudos, cubiertos o aislados; de cobre, aluminio, acero u otro material adecuado.

b) Tamaño nominal. El área de la sección transversal de los conductores de celdas en línea debe ser tal, que el aumento de temperatura bajo condiciones de carga máxima, a temperatura ambiente máxima, no exceda la temperatura de operación segura para la cual el aislamiento de los conductores fue diseñado.

c) Conexiones. Los conductores de las celdas en línea deben empalmarse mediante conectores, pernos, abrazaderas, soldadura o sistema de compresión.

668-13. Medios de desconexión

a) Más de una fuente de alimentación. Cuando haya más de una fuente de alimentación de c.c. para las celdas en línea debe proveerse de medios de desconexión a cada circuito de cada fuente de alimentación para desconectar ésta de las celdas en línea.

b) Puentes o conductores removibles. Se permite usar puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

668-14. Medios de derivación en paralelo

a) Derivación en paralelo parcial o total. Se permite la derivación en paralelo parcial o total de circuitos de corriente eléctrica de celdas en línea alrededor de una o más celdas.

b) Derivación en paralelo de una o más celdas. Los conductores, desconectadores o combinación de conductores y desconectadores usados para la derivación en paralelo de una o más celdas, deben cumplir con los requisitos indicados en 668-12.

668-15. Puesta a tierra. El equipo, aparatos y componentes estructurales que requieren ser puestos a tierra según el Artículo 668 deben cumplir con lo establecido en el Artículo 250.

Excepción 1: No se debe utilizar tubería de agua como electrodo.

Excepción 2: Se permite cualquier electrodo o combinaciones de ellos, descritos en 250-81 y 250-83.

668-20. Equipo eléctrico portátil

a) El equipo eléctrico portátil no debe ser puesto a tierra. Las envolventes y armazones de equipo eléctrico portátil usado dentro de la zona de trabajo de celdas en línea, no deben ser puestos a tierra.

Excepción 1: Cuando la tensión eléctrica del circuito de las celdas en línea no exceda 200 V c.c., dichas envolventes y armazones pueden ser puestas a tierra.

Excepción 2: Se permite que las envolventes y armazones de uso manual sean puestas a tierra cuando estén protegidas.

b) Transformadores de aislamiento. El equipo portátil conectado eléctricamente mediante cordón flexible, de uso manual, con envolventes y armazones no puestos a tierra, usado dentro de la zona de trabajo de las celdas en serie, se conecta a receptáculos que tengan solamente conductores no puestos a tierra tal como un circuito derivado alimentado por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra.

c) Marcado. El equipo eléctrico portátil no puesto a tierra debe marcarse de manera distintiva y emplear clavija y receptáculos de configuraciones tales que eviten la conexión de este equipo a receptáculos del tipo con puesta a tierra, y que eviten el intercambio inadvertido entre equipo eléctrico portátil puesto a tierra y equipo no puesto a tierra.

668-21. Circuitos de equipo eléctrico portátil

a) Circuitos separados. Los circuitos que suministran energía a receptáculos no puestos a tierra para equipo conectados con cordón, de uso manual, deben separarse eléctricamente de un sistema de distribución que suministre a áreas diferentes de la zona de trabajo de celdas en línea, además no deben ser puestos a tierra. La energía para estos circuitos debe ser suministrada a través de transformadores de aislamiento. El primario de estos transformadores debe operar a no más de 600 V entre conductores y debe estar provisto de una adecuada protección por sobrecorriente. La tensión eléctrica del secundario de los transformadores de aislamiento no debe exceder 300 V entre conductores y ninguno de los circuitos del secundario debe ser puesto a tierra; todos los circuitos deben tener dispositivos adecuados contra sobrecorriente de una capacidad apropiada a cada conductor.

b) No intercambiables. Los receptáculos y clavijas acoplados para equipo no puesto a tierra, no deben tener previsiones para un conductor de puesta a tierra, y deben ser de una configuración que evite el uso para equipo que requiere ser puesto a tierra.

c) Marcado. Los receptáculos de los circuitos alimentados de un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra, deben estar marcados en forma distintiva y no deben usarse en otros lugares de la planta.

668-30. Equipo eléctrico fijo y portátil

a) Equipo que no requiere ser puesto a tierra. Los sistemas de c.a. que alimenten a equipo eléctrico fijo y portátil dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea no requieren ser puestos a tierra.

b) Superficies conductoras descubiertas que no requieren ser puestas a tierra. Las superficies conductoras descubiertas, como lugares donde se guarda equipo eléctrico, envolventes, cajas, motores, canalizaciones y similares, que estén dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea, no requieren ser puestas a tierra.

c) Método de alambrado. Los dispositivos eléctricos auxiliares como motores, sensores, dispositivos de control y alarmas, montados sobre una celda electrolítica u otras superficies energizadas, deben conectarse al sistema de alambrado del usuario por alguno de los siguientes medios:

1) Un cordón multiconductor de uso rudo.

2) Alambre o cable en canalizaciones adecuadas, soporte tipo charola metálico o no metálico para cables. Si se utiliza tubo (conduit) metálico, soporte tipo charola para cables, cables armados o sistemas metálicos similares, se deben instalar con desconectador tipo navajas, de manera que no causen una condición potencialmente peligrosa.

d) Protección de circuitos. No se requiere de la protección de circuitos para sistemas de control e instrumentación que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea.

e) Unión. Se permite hacer uniones del equipo eléctrico fijo con las superficies conductoras de las celdas en línea y sus accesorios o aditamentos auxiliares. Cuando el equipo eléctrico fijo esté montado sobre una superficie conductora energizada, el equipo debe unirse a esa superficie.

668-31. Conexiones auxiliares no eléctricas. Las conexiones auxiliares no eléctricas, tales como mangueras de aire, mangueras de agua y similares a celdas electrolíticas, no deben tener como refuerzo alambres, blindajes o mallas conductoras, sus accesorios o equipo auxiliar. Las mangueras deben ser de material no conductor.

668-32. Grúas y montacargas

a) Superficies conductoras que deben aislarse de tierra. Las superficies conductoras de grúas y montacargas que entran en la zona de trabajo de las celdas en línea, no requieren ser puestas a tierra. La parte de la grúa o montacarga que hace contacto con una celda electrolítica energizada o con un empalme energizado debe aislarse de tierra.

b) Condiciones eléctricas peligrosas. Los controles remotos de grúas y montacargas que puedan introducir condiciones eléctricas peligrosas dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea, deben emplear uno o más de los siguientes sistemas:

1) Circuitos de control separados y no puestos a tierra, de conformidad con lo indicado en 668-21 a).

2) Cable no conductor del operador para soporte de accesorios de control remoto.

3) Pulsadores colgantes con medios de soporte no conductores que tengan superficies no conductoras o superficies conductoras descubiertas no puestas a tierra.

4) Radiocomunicación.

668-40. Envolventes. Se permite el uso de envolventes para equipo eléctrico de uso general cuando un sistema natural de ventilación evite la acumulación de gases.

ARTICULO 669-GALVANOPLASTIA

669-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de los componentes eléctricos y accesorios de equipo que suministra energía y sus controladores para la galvanoplastia, anodización, electropulido y decapado eléctrico. Para los propósitos de este Artículo, el término galvanoplastia se usa para identificar cualquiera de estos procesos.

669-2. Otros Artículos. Con excepción de lo modificado por este Artículo, el alambrado y equipos usados en el proceso de galvanoplastia debe cumplir con los requisitos aplicables de los Capítulos 1 a 4.

669-3. Disposiciones generales. El equipo utilizado para el proceso del galvanoplastia debe identificarse para tales servicios.

669-5. Conductores de circuitos derivados. Los conductores de los circuitos derivados que alimenten a una o más unidades de equipo deben tener una capacidad de corriente no menor que 125% de la carga total conectada. La capacidad de conducción de corriente de las barras debe cumplir con lo establecido en 374-6.

669-6. Métodos de alambrado. Los conductores que conecten el equipo del tanque del electrolito con el equipo de conversión deben ser como sigue:

a) Sistemas menores de 50 V en c.c. Se permite el tendido de conductores aislados sin soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permiten barras de cobre o conductores de aluminio cuando estén soportados sobre aisladores.

b) Sistemas mayores de 50 V en c.c. Se permite el tendido de conductores aislados sobre soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permiten conductores de cobre o de aluminio sin protección cuando estén soportados sobre aisladores y resguardados contra contactos accidentales de acuerdo con lo indicado en 110-17.

Excepción. Se permiten conductores descubiertos no protegidos en las terminales.

669-7. Rótulos de prevención. Se deben colocar rótulos de prevención o señalización para indicar la presencia de conductores desnudos.

669-8. Medios de desconexión

a) Más de una fuente de alimentación. Cuando se tenga más de una fuente de alimentación en el mismo sistema de c.c., se debe proveer de un medio de desconexión en el lado de c.c. de cada fuente de alimentación.

b) Puentes o conductores removibles. Se permiten puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

669-9. Protección contra sobrecorriente. Los conductores en c.c. deben protegerse contra sobrecorriente por uno o más de los medios siguientes:

1) fusibles o interruptores automáticos,

2) un dispositivo sensor de corriente eléctrica que opere a un medio de desconexión,

3) otros dispositivos aprobados.

ARTICULO 670-MAQUINARIA INDUSTRIAL

670-1. Alcance. Este Artículo cubre definiciones de maquinaria eléctrica industrial, sus datos de placa y el tamaño nominal de los conductores alimentadores y su protección contra sobrecorriente para suministro de energía eléctrica.

670-2. Definición de maquinaria industrial (Máquina). Para el propósito de este Artículo, la maquinaria industrial es equipo (o un grupo de máquinas trabajando juntas, en una forma coordinada), accionado por fuerza electromotriz, que se utiliza para procesar materiales mediante corte, formado, presión o laminado por medio de técnicas eléctricas, térmicas u ópticas, o una combinación de estas técnicas. Se puede incluir al equipo asociado utilizado para transferir material o las herramientas para el ensamble, desensamble, inspección, pruebas o empaque. (El equipo eléctrico asociado, incluyendo los controladores lógicos junto con los actuadores y sensores se consideran parte de la máquina. No se incluye equipo portátil de operación manual).

670-3. Placas de datos de la máquina

a) Placa de datos permanente. Se debe fijar sobre la envolvente del equipo de control, o en la misma máquina, en un lugar que sea fácilmente visible una placa permanente de datos donde se indique lo siguiente:

1) tensión eléctrica de alimentación,

2) número de fases,

3) frecuencia,

4) corriente eléctrica de plena carga,

5) máxima corriente eléctrica de cortocircuito y del dispositivo protección por falla a tierra,

6) corriente eléctrica nominal del motor o de la carga de mayor potencia,

7) corriente eléctrica nominal de cortocircuito del dispositivo de protección de la máquina, cuando se proporcione,

8) número del diagrama de conexiones de la máquina.

La corriente eléctrica de plena carga indicada en la placa de datos, no debe ser menor que la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores y de otro equipo que pudieran estar operando al mismo tiempo, bajo condiciones normales de uso. Cuando cargas o ciclos de trabajo no usuales requieran conductores de mayor tamaño nominal, la capacidad requerida debe incluirse en la corriente eléctrica de plena carga indicada.

Cuando exista más de un circuito de alimentación, la placa de datos debe de llevar la información anterior, para cada circuito.

b) Protección contra sobrecorriente. Cuando se suministre protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 670-4(b), la máquina se debe marcar “Protección contra sobrecorriente en las terminales de alimentación de la máquina”.

670-4. Conductores alimentadores y protección contra sobrecorriente

a) Tamaño nominal. El tamaño nominal de los conductores de alimentación debe ser tal que tenga una capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de la corriente eléctrica a plena carga de las cargas resistivas, más 125% del motor más grande, más la suma de todas las corrientes eléctricas nominales a plena carga de los restantes motores y aparatos conectados que puedan operar simultáneamente, de conformidad con lo establecido en la Sección 430-25.

NOTA - Véase las tablas correspondientes del Artículo 310 para capacidad de conducción de corriente de los conductores.

b) Protección contra sobrecorriente. Una máquina se puede considerar como una unidad individual, por lo tanto, debe tener un medio de desconexión. Este medio de desconexión puede alimentarse de los circuitos derivados protegidos por fusibles o por interruptores automáticos. El medio de desconexión no requiere de protección contra sobrecorriente. Cuando forme parte de la máquina, la protección contra sobrecorriente debe consistir de un interruptor automático o de un juego de fusibles. La máquina debe mostrar los datos requeridos en 670-3 y los conductores de alimentación se consideran como alimentadores o derivaciones, según se indica en 240-21.

El valor nominal o ajuste de la protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta a la máquina, no debe ser mayor que la suma del valor nominal o ajuste más alto del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra propio de la máquina, más 125% de la corriente eléctrica a plena carga de todas las cargas resistivas, más la suma de todas las corrientes eléctricas a plena carga de todos los demás motores y aparatos que puedan funcionar simultáneamente.

Excepción: Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito de motores se utilice para protección contra cortocircuito y falla a tierra de motores, según se permite en 430-52 (c), el procedimiento anterior se aplica con la siguiente condición: para propósitos de cálculo, cada interruptor automático de disparo instantáneo o protector contra cortocircuito de motor, debe tener un valor nominal que no exceda el máximo por ciento de la corriente eléctrica del motor a plena carga permitido en la Tabla 430-152 para el tipo de dispositivo de protección utilizado en la máquina.

Cuando en la máquina no se proporciona dispositivo de protección contra falla a tierra y contra cortocircuito, el valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en lo indicado en 430-52 o 430-53, como sea aplicable.

670-5. Espacios libres. Cuando sea probable que se requiera inspección, ajuste, servicio o mantenimiento mientras esté energizada la instalación y que las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personal calificado deba dar servicio, las dimensiones del espacio de trabajo en la dirección del acceso a partes vivas que operen no más de 150 V, debe ser de 75 cm como mínimo. Cuando los controles estén encerrados en gabinetes, la(s) puerta(s) deben abrir al menos en un ángulo de 90° o ser removibles.

Excepción: Cuando la envolvente requiere de herramienta para abrirla y cuando únicamente sea necesario diagnóstico o pruebas de falla en partes vivas que operen a no más de 150 V, línea a línea, los espacios libres pueden ser menores de 75 cm.

ARTICULO 675-MAQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELECTRICAMENTE

A. Disposiciones generales

675-1. Alcance. Este Artículo se aplica a máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente, así como a los circuitos derivados y controles que alimenten este tipo de equipo.

675-2. Definiciones

Anillos colectores. Son un ensamble de anillos de fricción para transferencia de energía eléctrica de un elemento estacionario a un elemento rotatorio.

Máquina de riego. Es aquella que se opera o controla eléctricamente, con uno o más motores y que es usada principalmente para transportar y distribuir agua para propósitos agrícolas.

Máquina de riego con pivote central. Es aquella que gira alrededor de un eje central y emplea desconectadores de alineamiento o dispositivos similares para el control individual de los motores.

675-3. Otros Artículos. Las disposiciones de este Artículo son en adición o en complemento de lo establecido en el Artículo 430 o en otros Artículos aplicables de esta norma.

675-4. Cables para máquinas de riego

a) **Construcción.** Los cables para interconectar elementos de la estructura de una máquina de riego deben ser conductores aislados y trenzados con relleno no higroscópico, con núcleo de material no metálico, resistente a la humedad y a las llamas, recubierto de material metálico y forrado exteriormente de otro material no metálico y resistente a la humedad, a la corrosión y a los rayos solares. El aislamiento de los conductores debe ser aprobado para temperaturas de 75°C y para uso en lugares mojados.

Se permite una combinación de cables de fuerza, control y puesta a tierra.

b) **Métodos alternativos de alambrado.** Todos los cables que sean adecuados y aprobados para este propósito.

c) **Soportes.** El cable de riego debe soportarse por medio de abrazaderas, grapas o accesorios similares diseñados para este propósito e instalados de tal manera que no dañen el cable. El cable debe soportarse a intervalos no mayores a 1,2 m.

d) **Accesorios.** Se deben utilizar en todos los puntos en que un cable termina. Los accesorios deben estar diseñados para uso con el tipo de cable y ser adecuados para el servicio a la intemperie a prueba de agua y polvo.

675-5. Más de tres conductores en un ducto o cable. Los conductores de señalización y control en un ducto o en un cable, no deben ser tomados en consideración para propósitos de dimensionamiento del tamaño de los conductores por capacidad de conducción de corriente como se establece en el Artículo 310 en la Nota 8 de las Tablas 310-16 a 310-19.

675-6. Identificación en el panel de control principal. El panel de control principal debe tener una placa de datos con la siguiente información:

a) Nombre del fabricante, tensión eléctrica nominal, número de fases y frecuencia nominal.

b) Corriente eléctrica nominal de la máquina.

c) Capacidad nominal del medio de desconexión principal y el valor de la protección contra sobrecorriente requerida.

675-7. Valores equivalentes de corriente eléctrica. Cuando la operación de la máquina no sea intermitente se debe utilizar lo expuesto en el Artículo 430 para determinar los valores de los paneles de control, medios de desconexión y conductores. Cuando la máquina de riego tiene una operación intermitente, se deben hacer las siguientes consideraciones para determinar los valores equivalentes de corriente eléctrica.

a) **Valor de corriente eléctrica en operación continua.** El valor equivalente de corriente eléctrica en operación continua para la selección de los conductores en circuitos derivados y protección contra sobrecorriente, debe ser de 125% de la corriente eléctrica a plena carga del motor de mayor capacidad, más la suma de las corrientes de plena carga de todos los motores que integran la máquina, multiplicados por el factor de utilización en por ciento del ciclo continuo al que pueden operar.

b) **Corriente eléctrica de rotor bloqueado.** La corriente eléctrica equivalente a rotor bloqueado debe ser igual a la suma de las corrientes a rotor bloqueado de los dos motores de mayor capacidad, más 100% de la suma de las corrientes de placa a plena carga de todos los motores restantes del circuito.

675-8. Medios de desconexión

a) **Controlador principal.** El controlador utilizado para arranque y paro de la totalidad de la máquina, debe cumplir los siguientes requisitos:

1) Una corriente eléctrica de operación continua no menor que los valores especificados en 675-7(a) o 675-22(a).

2) Un valor en kW no menor que los valores indicados en la Tabla 430-151 A y Tabla 430-151 B basados en la corriente eléctrica a rotor bloqueado equivalente especificada en 675-7(b) y 675-22(b).

b) **Medio de desconexión principal.** El medio de desconexión principal de la máquina debe estar en el punto de conexión eléctrica a la vista y a no más de 15 m de la máquina, debe ser de fácil y rápido acceso y capaz de bloquearse en la posición de abierto. Este medio de desconexión debe ser de capacidad nominal no menor que los valores de corriente eléctrica y potencia en kW (CP) requeridos en el controlador principal.

Excepción: Los interruptores automáticos que no indican su capacidad de potencia en kW (CP) se permiten si están de acuerdo con lo indicado en 430-109.

c) **Medio de desconexión para controladores y motores individuales.** Se debe proveer un medio de desconexión para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase (portadores de corriente eléctrica) de cada motor y controlador, y debe localizarse como lo requiere el Artículo 430 Parte I. Este medio de desconexión no tiene que ser de rápido acceso.

675-9. Conductores de circuitos derivados. Los conductores en circuitos derivados deben tener una capacidad conducción de corriente no menor que la que se especifica en 675-7 (a) o 675-22 (a).

675-10. Varios motores en un circuito derivado. En 430-53 se prevé la protección de un circuito derivado para cortocircuito, falla a tierra y para varios motores conectados a un circuito derivado. En este Artículo se encuentran modificaciones especiales para la aplicación en este tipo de equipo.

a) **Protección requerida.** Se permite instalar varios motores que no excedan de 1,50 kW (2 CP), siempre y cuando el circuito esté protegido a no más de 30 A en 600 V nominales y siempre que cumplan las siguientes condiciones:

1) La corriente eléctrica de plena carga de cualquier motor en el circuito no debe exceder de 6 A.

2) Cada motor en el circuito debe contar con su propia protección de sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 430-32.

3) Las conexiones en derivación de los motores individuales no deben ser menores de 2,08 mm^2 (14 AWG) y con una longitud que no exceda 7 m.

b) **Protección individual no requerida.** No se requiere protección de cortocircuito en el circuito derivado, para motores y controladores, cuando se ha cumplido con lo establecido en 675-10(a).

675-11. Anillos colectores

a) **Transmisión de corriente eléctrica para sistemas de fuerza.** El anillo colector debe soportar una corriente eléctrica no menor que 125% la de plena carga del mayor dispositivo alimentado más 100% de la de plena carga de los demás dispositivos alimentados o en su defecto como se indica en 675-7(a) o 675-22(a).

b) **Para propósitos de señal o control.** Los anillos colectores para señalización y control deben tener capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de la corriente eléctrica del mayor dispositivo alimentado, más la suma de 100% de plena carga de todos los demás dispositivos alimentados.

c) **Anillo de tierra.** El anillo colector de conexión de puesta a tierra debe tener una capacidad no menor que la determinada de acuerdo con lo indicado en 675-11(a).

d) **Protección.** Los anillos colectores deben protegerse contra las condiciones ambientales y de contacto accidental por medio de envolventes adecuadas.

675-12. Conexión de puesta a tierra. El siguiente equipo debe tener conexión de puesta a tierra:

a) Todo equipo eléctrico en la máquina de riego.

b) Todo equipo eléctrico asociado con la máquina de riego.

c) Todas las cajas metálicas de empalmes, envolventes y accesorios.

d) Los paneles de control para suministro o control de equipo eléctrico en la máquina de riego.

Excepción: La conexión de puesta a tierra no se requiere en máquinas donde se han cubierto los siguientes requisitos:

a. Si la máquina es controlada eléctricamente, pero no es de accionamiento eléctrico.

b. La tensión eléctrica de control es de 30 V o menos.

c. Los controladores o señales son de corriente limitada de acuerdo con lo especificado en 725-31.

675-13. Método de puesta a tierra. Las máquinas que requieren de conexión de puesta a tierra deben tener un conductor de puesta a tierra como parte integral de cada cable, ducto o canalización. Este conductor de puesta a tierra debe dimensionarse, de manera que no sea menor que el mayor de los conductores portadores de corriente en cada cable, ducto o canalización. Los conductores del alimentador para una máquina de riego deben tener un conductor de puesta a tierra de tamaño nominal como se establece en la Tabla 250-95.

675-14. Conexión de puesta a tierra. Cuando se requiere conexión de puesta a tierra en una máquina de riego, la estructura metálica de la máquina, las canalizaciones y la pantalla metálica del cable deben estar

perfectamente conectadas al conductor de puesta a tierra. El contacto metal-metal con una parte que esté conectada eléctricamente al conductor de puesta a tierra y a las partes no conductoras de corriente eléctrica, pueden considerarse aceptables como conexión de puesta a tierra.

675-15. Protección contra descargas atmosféricas. Si una máquina de riego tiene un punto estacionario, se debe colocar un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250 Parte H, como medio de protección contra descargas atmosféricas.

675-16. Suministro de más de una fuente. El equipo dentro de una misma envolvente que recibe energía eléctrica de más de una fuente, no requiere medios de desconexión para la fuente adicional, cuando la tensión eléctrica suministrada es 30 V o menos y cumple con los requerimientos indicados en el Artículo 725 Parte C.

675-17. Conexiones. Las clavijas y conectores en el equipo deben ser del tipo a prueba de intemperie.

A menos a que su construcción esté destinada únicamente para que cumplan con lo establecido en el Artículo 725 Parte C, las clavijas y conectores deben ser construidos como se especifica en 250-99(a).

B. Máquinas de riego con pivote central

675-21. Generalidades. Las disposiciones de la Parte B cubren requerimientos especiales adicionales que son peculiares a las máquinas de riego con pivote central. Véase 675-2 para la definición de máquinas de riego con pivote central.

675-22. Valores de corriente eléctrica equivalentes. Para establecer los valores de capacidad de conducción de corriente de controladores, medios de desconexión y de conductores para el trabajo intermitente de este tipo de máquinas, se debe considerar lo siguiente:

a) **Operación continua.** La capacidad nominal de operación continua para la selección de circuitos derivados y dispositivos conectados a éstos, debe ser igual que 125% la corriente eléctrica nominal del motor más grande, más 60% de la suma de la nominal de todos los demás motores conectados al circuito.

b) **Corriente eléctrica de rotor bloqueado.** La capacidad nominal de operación equivalente para la corriente eléctrica a rotor bloqueado, debe ser igual que dos veces la corriente eléctrica a rotor bloqueado del motor más grande, más 80% de la suma de las corrientes a plena carga de todos los demás motores conectados al circuito.

ARTICULO 680-ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

A. Disposiciones generales

680-1. Alcance. Este Artículo se aplica a la construcción e instalación del sistema de alambrado eléctrico para equipo situado dentro o adyacente a las albercas de natación, terapéuticas y decorativas, chapoteaderos, fuentes de ornato, bañeras térmicas y fuentes de aguas termales, bañeras de hidromasaje, tanto si están instaladas permanentemente como desarmables, portátiles, y a todo equipo metálico auxiliar tales como bombas, filtros y similares.

NOTA - El término "alberca" como es utilizado en este Artículo incluye: piscinas terapéuticas instaladas permanentemente, de natación y chapoteaderos. El término fuente utilizado en este Artículo incluye fuentes, albercas ornamentales, piscinas de exhibición y espejos de agua. No se pretende incluir fuentes de agua para beber (bebederos).

680-2. Aprobación del equipo. Todo equipo eléctrico instalado en el agua, en las paredes, banquetas, alrededor de albercas, en fuentes e instalaciones similares, debe cumplir con las disposiciones de este Artículo.

680-3. Otros Artículos aplicables. Con excepción de lo que se modifica en este Artículo, las instalaciones de alambrado eléctrico y del equipo en las albercas y fuentes o adyacentes a ellas, deben cumplir con las disposiciones que les sean aplicables de los Capítulos 1 a 4.

NOTA - Véase 370-23 para las cajas de empalmes, 347-3 para tubo (conduit) no metálicos tipo pesado y el Artículo 720 para el alumbrado de baja tensión.

680-4. Definiciones

Alberca de natación, chapoteadero o bañera terapéutica, instalada permanentemente. La que está construida en el piso, sobre el piso o dentro de un inmueble, de forma que la alberca no pueda fácilmente ser desarmada para almacenamiento, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier tipo.

Alberca de natación desmontable o chapoteadero desmontable. Es una alberca con una longitud máxima de 5,5 m y una altura máxima de muro de 1 m y construida de forma que pueda ser fácilmente desmontada para ser guardada y vuelta a montar en su forma original. Una alberca del tipo inflable, no metálica, se considera como una alberca desmontable, sin importar sus dimensiones.

Alberca con cubierta, eléctricamente accionada. Equipo accionado con motor, diseñado para cubrir y descubrir la superficie del agua de una alberca por medio de una lámina flexible o de una estructura rígida.

Bañera auto-contenida o bañera caliente con equipo integrado. Unidad auto-contenida construida en fábrica consistente en una bañera o bañera caliente, con circulación de agua caliente y equipo de control integrado a la unidad. El equipo de control puede incluir bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, dosificador, generadores entre otros.

Bañera compacta o equipo para bañera caliente. Unidad construida en fábrica, consistente en un sistema con circulación de agua, calentamiento y equipo de control montados en una base común, destinado para el funcionamiento del baño o bañera caliente.

Bañera de hidromasaje. Una bañera instalada permanentemente y equipada con un sistema de tubería de recirculación y equipo de bombeo, diseñada de manera que pueda circular agua y desaguar después de cada uso.

Cubierta porta-luminario. Estructura diseñada para contener un luminario de nicho mojado y destinado para instalarse en la estructura de una alberca o una fuente.

Equipo de iluminación conectado por cordón y clavija. Es un luminario que consiste en un accesorio fabricado para montarse en la pared de una bañera de hidromasaje, bañera térmica o piscina desarmable conectada al transformador con cordón y clavija.

Fuentes de aguas termales o bañeras térmicas. Una piscina de hidromasajes o bañera para uso recreacional o terapéutico, que no esté localizada en instalaciones de atención médica, diseñada para la inmersión de usuarios y que tiene normalmente un filtro, calentador y ventilador o compresor accionados por motor. Estas piscinas se pueden instalar dentro o fuera de un local, sobre o a nivel del piso o de una estructura de soporte.

Fuentes y espejos de agua decorativos instalados en forma permanente. Las que están construidas en la tierra o sobre ella o en un inmueble, de manera que no puedan ser fácilmente desarmadas para ser almacenadas o guardadas, estén o no alimentadas por circuitos eléctricos de cualquier tipo. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para servir de alberca de natación o chapoteadero.

Luminario de nicho mojado. Luminario para ser instalado en una cubierta porta-luminario colocada en una estructura de alberca o fuente, donde el luminario está completamente rodeado de agua.

Luminario de nicho seco. Luminario para ser instalado en las paredes de las albercas o fuentes, en un nicho que debe estar sellado contra la entrada de agua de la alberca.

Luminario sin nicho: Es un equipo de iluminación diseñado para instalarse encima o debajo del agua sin nicho.

680-5. Transformadores e interruptores de circuito por falla a tierra

a) **Transformadores.** Los transformadores utilizados para la alimentación de los aparatos subacuáticos junto con su envolvente o carcaza, deben estar construidos a prueba de intemperie y sumergibles. El transformador debe ser del tipo de dos devanados con una barrera metálica puesta a tierra entre los devanados primario y secundario.

b) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Los interruptores de circuito por falla a tierra deben ser unidades auto-contenidas, de tipo interruptor automático, receptáculo, u otros aprobados.

c) **Alambrado.** Los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un transformador, usados de manera que cumplan con los requisitos indicados en 680-20 (a) (1), no deben ocupar tubo (conduit), cajas o envolventes que contengan otros conductores.

Excepción 1: Los interruptores de circuito por falla a tierra, pueden utilizarse en un panel de alumbrado y control que contenga circuitos protegidos por interruptores diferentes de los de protección por falla a tierra.

Excepción 2: Los conductores de suministro del tipo de alimentación a través de un interruptor de circuito por falla a tierra, se permiten en un mismo compartimento.

Excepción 3: La instalación de los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra se permite en tubo (conduit), cajas o envolventes que contengan sólo conductores protegidos por interruptores de circuito por falla a tierra.

Excepción 4: Los conductores de puesta a tierra.

680-6 Receptáculos, aparatos de alumbrado, salidas para alumbrado, dispositivos de interrupción y ventiladores de techo

a) Receptáculos

1) No se debe instalar en el lugar ningún receptáculo a menos de 3 m de las paredes de una alberca o fuente.

Excepción: Un (Los) receptáculo(s) que proporcione(n) energía para el motor de una bomba de agua instalada permanentemente en una alberca de natación, tal como se indica en 680-7, se permite su instalación entre 1,5 m y 3 m de las paredes internas de la alberca; debe ser simultáneamente de tipo sencillo, de candado y con terminal de puesta a tierra y debe estar protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

2) Cuando se instale una alberca permanente en una vivienda o unidad habitacional ya construida, se debe colocar por lo menos un receptáculo de 120 o 127 V a una distancia mínima de 3 m y máxima de 6 m de las paredes internas de la alberca de natación. Este receptáculo debe colocarse a no más de 2 m sobre el piso, plataforma o piso alrededor de la alberca.

3) Los receptáculos de 120 V o 127 V situados dentro de 6 m de las paredes internas de la alberca deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra. Véase 210-8 (a) (3).

NOTA - Para determinar las dimensiones antes indicadas, la distancia por medir es la vía más corta que el cordón de suministro de un aparato eléctrico conectado al receptáculo debe seguir sin atravesar un piso del inmueble, pared, plafón, marco de puerta corrediza o a través de bisagra, ventana u otra barrera sólida permanente.

b) Luminarios, salidas para alumbrado y ventiladores de techo

1) Los luminarios, salidas para alumbrado y ventiladores de techo no deben instalarse sobre la alberca o sobre un área medida de 1,50 m horizontalmente desde las paredes de la alberca, a menos que se encuentren a una distancia de 3,7 m del nivel máximo del agua.

Excepción 1: Los luminarios y salidas para alumbrado ya existentes, situadas a menos de 1,5 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca, deben estar a un mínimo de 1,5 m sobre el nivel máximo de la superficie del agua y deben estar instaladas rígidamente en la estructura existente y el circuito debe estar protegido con un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 2: En albercas interiores, las limitaciones indicadas en 680-6 (b)(1) no se aplican si todas las condiciones siguientes se cumplen: (1) los aparatos son tipo hermético cerrado; (2) el interruptor de circuito por falla a tierra se instala en el circuito derivado que alimenta a los luminarios, y (3) la distancia desde la base del luminario hasta el nivel máximo del agua no es menor que 2,3 m.

2) Los luminarios y las salidas para alumbrado instados en el área que se extiende horizontalmente entre 1,5 m y 3 m desde las paredes internas de una alberca deben estar protegidos con un interruptor de circuito por falla a tierra, a menos que estén instalados a 1,5 m sobre el nivel máximo del agua e instalados en la estructura adecuada adyacente a ella o alrededor de la alberca.

3) Los luminarios conectados con un cordón deben cumplir las mismas especificaciones que el equipo conectado por cordón, indicadas en 680-7, cuando se instalen a una distancia menor que 5 m de cualquier punto sobre la superficie del agua y radialmente desde el perímetro de la alberca.

c) Dispositivos de interrupción. Los dispositivos de interrupción se deben ubicar por lo menos a una distancia de 1,5 m de las paredes internas de la alberca, a menos que estén separados de la misma por un muro sólido, pared u otra barrera permanente.

680-7. Equipo conectado por clavija y cordón. Los equipos fijos o estacionarios de capacidad nominal de 20 A o menor, que no sean aparatos de alumbrado subacuáticos para una alberca de instalación permanente, pueden conectarse con un cordón flexible, para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento o reparación. Para las albercas diferentes de las desmontables, la longitud del cordón flexible no debe ser mayor que 1 m y debe tener un conductor de cobre para puesta a tierra de equipo de tamaño nominal no menor que 3,31mm^2 (12 AWG) y una clavija del tipo de puesta a tierra.

NOTA - Véase 680-25 (e) para conexiones con cables flexibles.

680-8. Separación de conductores aéreos. Las partes de las albercas indicadas a continuación, no se deben colocar debajo de acometidas aéreas existentes ni de otras líneas aéreas descubiertas, ni tampoco se deben hacer tales instalaciones por encima de lo siguiente:

1) La alberca y el área que la rodea hasta 3 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca.

2) Estructuras de trampolines.

3) Puestos de observación, torres y plataformas.

Excepción 1: Las construcciones indicadas en los incisos (1), (2) y (3) anteriores se permiten bajo líneas o acometidas eléctricas cuando las instalaciones posean los espacios libres indicados en la Tabla 680-8:

TABLA 680-8. Espacios libres, Excepción 1

	Suministro de 0-750 V a tierra, con conductores aislados soportados por un mensajero desnudo puesto a tierra eficazmente o con neutro puesto a tierra eficazmente	Todos los demás conductores de suministro	
		Tensión eléctrica a tierra	
		0-15 kV	Mayor que 15 a 50 kV
A. Espacios libres en cualquier dirección al nivel del agua, borde de la superficie del agua o base de plataforma.	5,5 m	7,6 m	8,2 m
B. Espacios libres en cualquier dirección de la plataforma.	4,3 m	4,8 m	5,5 m
C. Límite horizontal de espacio libre medido desde la pared interior de la alberca	Este límite se debe extender al otro borde de las estructuras mencionadas en (1) y (2) anteriores pero no menor que 3 m.		

Excepción 2: Se permiten conductores de comunicación, operados y mantenidos por la compañía suministradora del servicio; cables coaxiales y sistemas de antena comunitaria que cumplan con el Artículo 820 y cables mensajeros, deben estar a una altura no menor que 3 m sobre la alberca y chapoteaderos, en estructuras de trampolín, puestos de observación y torres o plataformas.

NOTA - Para otras aplicaciones véase 225-18 y 225-19 para distancias en conductores no cubiertos por este Artículo.

680-9. Calentadores eléctricos de agua para alberca. Todos los calentadores eléctricos de agua para alberca deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas que no excedan 48 A y protegidos a no más de 60 A.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores de circuito derivado y la capacidad nominal no debe ser menor que 125% de la carga total de la capacidad nominal de la placa de datos.

680-10. Instalación del alambrado bajo el piso. No se permite el alambrado para otros usos bajo el piso de la alberca o debajo del área en una extensión de 1,5 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca.

Excepción 1: Se permite dentro de esta área el alambrado necesario para alimentar equipo de alberca permitido en este Artículo.

Excepción 2: Cuando por limitaciones de espacio el alambrado no pueda cumplir con 1,5 m o más, se permite que el alambrado sea instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o en sistemas de canalización no metálicas. Todo tubo (conduit) metálico debe ser resistente a la corrosión y adecuado para la instalación. La mínima profundidad de instalación debe ser como sigue:

Método de alambrado	Profundidad en cm
Tubo (conduit) metálico tipo pesado	15
Tubo (conduit) metálico tipo semipesado	15
Tubo (conduit) no metálico tipo pesado para ser directamente enterrado sin cubierta de concreto	45
Otras canalizaciones aprobadas*	45

NOTA - Las canalizaciones aprobadas para ser enterradas solamente cuando tengan una cubierta de concreto requieren que ésta tenga no menos de 50 mm de espesor.

680-11. Casa de máquinas y equipo. El equipo eléctrico no debe instalarse en locales cuyo drenaje no sea adecuado para prever acumulaciones de agua durante operaciones normales o de mantenimiento de filtros.

680-12. Medio de desconexión. Se requiere un medio de desconexión que debe ser accesible, ubicado a la vista de la alberca, bañera o bañera caliente, desde el nivel superior de la alberca.

B. Albercas de instalación permanente

680-20. Luminarios subacuáticos. Los párrafos (a) hasta (d) de esta Sección se aplican a los luminarios instalados por debajo del nivel normal del agua de la alberca.

a) Disposiciones generales

1) El diseño de un luminario subacuático alimentado por un circuito, sea directa o mediante un transformador que cumpla con los requisitos indicados en 680-5 (a), debe ser tal que cuando el luminario esté instalado adecuadamente sin un interruptor de circuito por falla a tierra no exista ningún peligro de choque eléctrico al producirse cualquier combinación de fallas durante el funcionamiento normal (ni cuando se cambien las lámparas).

Además se debe instalar un interruptor de circuito por falla a tierra en un circuito de luminarios que funcionen a más de 15 V, para que no exista ningún peligro de choque eléctrico cuando se cambien las lámparas. La instalación del interruptor de circuito por falla a tierra debe ser tal que no exista ningún peligro de choque cuando se produzca cualquier combinación de fallas que incluyan una persona en la trayectoria del conductor a tierra entre una parte no puesta a tierra del circuito o del luminario que debe estar puesta a tierra.

El cumplimiento de estos requisitos se debe lograr mediante el uso de un luminario subacuático aprobado, y la instalación de un interruptor de circuito por falla a tierra aprobado.

2) No se deben instalar luminarios que funcionen a una tensión eléctrica mayor que 150 V entre conductores.

3) Los luminarios montados en paredes deben ser instalados con la parte superior de la lente por lo menos 0,45 m por debajo del nivel normal del agua de la alberca. Los luminarios con el frente dirigido hacia arriba deben tener las lentes adecuadamente protegidas para impedir el contacto con cualquier persona.

Excepción: Se permiten los luminarios aprobados para el uso a una profundidad de no menor que 1 m bajo el nivel normal del agua de la alberca.

4) Los luminarios que dependen de inmersión para una operación segura, deben estar protegidos contra sobrecalentamiento cuando no estén sumergidos.

b) Luminarios de nicho mojado

1) Se deben instalar envolventes porta-luminarios metálicas aprobadas para el montaje de luminarios de nicho mojado y deben estar equipadas con entradas para tubo (conduit) metálico. El tubo (conduit) debe extenderse desde las envolventes porta-luminarios hasta la caja o hasta cualquier otra envolvente colocada según se indica en 680-21. El tubo (conduit) debe ser metálico tipo semipesado o pesado, flexible no metálico a prueba de líquidos o no metálico tipo pesado. El tubo (conduit) metálico debe ser de bronce u otros materiales aprobados resistentes a la corrosión. Cuando se use tubo (conduit) no metálico tipo pesado, se debe instalar en él un conductor aislado, sólido, de cobre de tamaño nominal de 8,37 mm^2 (8 AWG), provisto de un medio para su conexión a la caja de empalmes de la cubierta porta-luminario, o a la envolvente del transformador, o al interruptor de circuito por falla a tierra. La unión del conductor con la cubierta porta-luminario debe estar protegida con un compuesto contra la corrosión por el agua de la alberca. Las piezas metálicas del luminario y de la cubierta porta-luminario que estén en contacto con el agua de la alberca, deben ser de bronce o de otro material resistente a la corrosión.

2) El extremo de la cubierta del cordón flexible y las terminales de los conductores correspondientes dentro de un luminario deben estar cubiertos con un compuesto sellador con el fin de impedir la entrada de agua en el luminario por los cordones o por sus conductores. Debe protegerse de manera similar la extensión de puesta a tierra, para evitar así el deterioro que produce el agua si llega a entrar en el luminario.

3) El luminario se debe fijar y debe estar puesta a tierra en la cubierta porta-luminario mediante un dispositivo que asegure un buen contacto. Se requiere de una herramienta para retirar la cubierta porta-luminario.

c) Aparato de nicho seco. Un luminario de nicho seco debe estar provisto de:

1) medios para el drenaje del agua, y

2) medios necesarios para instalar un conductor de puesta a tierra de equipo por cada tubo (conduit) que entre.

Se debe instalar un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado o no metálico tipo pesado, desde el luminario hasta el equipo de servicio o hasta el panel de alumbrado y control. No se requiere una caja de empalmes, pero si se usa ésta, no necesita tener la altura ni la ubicación especificadas en 680-21 (a) (4), si el luminario está específicamente aprobada e identificada para tal propósito.

Excepción: Se permite usar tubo (conduit) no metálico para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de los edificios.

d) Luminario sin nicho. Un luminario sin nicho debe:

1) Estar aprobado para el uso que se le pretenda dar.

2) Estar instalado de acuerdo con lo requerido en 680-20(b). Cuando se requiera conectar el aparato a la base moldeada, la conexión debe hacerse en el dispositivo de montaje.

680-21. Cajas de empalmes y envolventes para transformadores o para interruptores de circuito por falla a tierra

a) Cajas de empalmes. Toda caja de empalmes conectada a un tubo (conduit) que se extienda directamente a una cubierta porta-luminario debe ser:

1) Provista para recibir tubo (conduit) roscado,

2) De cobre, bronce, plástico adecuado u otro material aprobado resistente a la corrosión,

3) Provista para asegurar la continuidad eléctrica entre cada tubo (conduit) metálico conectado a una caja de empalmes y a las terminales de puesta a tierra, para lo cual se utiliza de cobre, bronce u otro material aprobado como resistente a la corrosión y que forme parte integral de la caja.

4) Colocada a no menos de 0,2 m, medidos desde el borde interior de la caja del nivel inferior del piso, de la acera de la alberca o del nivel máximo del agua de la alberca, cualquiera de los tres que tenga la mayor altura y a no menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanente.

Excepción: En circuitos de alumbrado de 15 V o menos se permite una caja empotrada al nivel de la acera, siempre que:

a. Se emplee un compuesto para rellenar la caja e impedir la entrada de la humedad, y

b. La caja esté ubicada a no menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca.

b) Otras envolventes. La envolvente de un transformador, de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un dispositivo similar, conectada a un tubo (conduit) que se acople directamente a una cubierta porta-luminario debe cumplir las condiciones siguientes:

1) Estar provista de entradas para tubo (conduit) roscado.

2) Estar equipada con un sello aprobado en la entrada del tubo (conduit), que impida la circulación de aire entre el tubo (conduit) y la cubierta.

3) Debe haber continuidad eléctrica entre cada tubo (conduit) metálico conectado y las terminales de puesta a tierra de cobre, bronce u otro metal aprobado como resistente a la corrosión que sean parte integral de la cubierta.

4) Estar ubicada a no menos de 10 cm medidos desde el fondo de la cubierta de su nivel inferior al nivel del piso o a no menos de 20 cm, medidos desde el borde de adentro de la cubierta del nivel del piso, de la acera de la alberca o del nivel máximo del agua de la alberca, cualquiera que dé la mayor altura, y a no menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanentemente instalada.

c) Protección. Las cajas de empalmes y envolventes instaladas en el nivel del piso terminado de la acera alrededor de la alberca, no deben estar colocadas en la acera misma, a menos que estén provistas de protección adicional, por ejemplo colocándolas debajo de los trampolines adyacentes a las estructuras fijas o por medios similares.

d) **Terminales de puesta a tierra.** Las cajas de empalmes, envolventes de transformadores y de interruptores de circuito por falla a tierra, conectadas a tubo (conduit) que se extienda directamente hasta una cubierta porta-luminario, deben estar provistas de terminales de puesta a tierra en cantidad no menor que el número de tubos que entren, más uno así como se debe hacer uso de los accesorios correspondientes.

e) **Medios para distribuir esfuerzos mecánicos.** Las terminales de un cordón flexible de un luminario subacuático que estén dentro de una caja de empalmes, envolvente de un transformador, del interruptor de circuito por falla a tierra u otras envolventes, deben estar provistas de un medio para distribuir los esfuerzos.

680-22. Puentes de unión

NOTA - No es la intención de esta Sección que el conductor de conexión de cobre sólido de tamaño nominal de 8,37 mm^2 (8 AWG) o mayor, requiera extenderse o unirse a cualquier panel de alumbrado y control distante, equipo de acometida o cualquier electrodo, sino sólo para ser empleado en eliminar el aumento o disminución de tensión eléctrica en el área de la alberca, como se ha establecido.

a) **Partes interconectadas (puentes de unión).** Las partes indicadas a continuación deben estar interconectadas.

1) Todas las partes metálicas de la estructura de la alberca, incluyendo el metal reforzado de la misma, brocal y cubierta.

2) Todos las envolventes porta luminarios.

3) Todos los accesorios metálicos que estén dentro o fijados a la estructura de la alberca.

4) Las partes metálicas de equipo eléctrico relacionado con el sistema de circulación de agua de la alberca, incluyendo los motores de la bomba.

5) Las partes metálicas del equipo relacionado con las envolventes de la alberca, incluyendo los motores eléctricos.

6) Tubos metálicos, tubo (conduit) y todas las partes metálicas fijas que estén dentro de una distancia de 1,5 m de las paredes internas de la alberca, 3,6 m sobre el nivel máximo del agua de la alberca o de cualquier torre o plataforma de observación, cualquier estructura de clavados y que no estén separados de la alberca por una barrera permanente.

Excepción 1: Los alambres usuales de acero se deben consideran adecuados para la unión del acero estructural y no necesitan soldadura ni mordazas especiales.

Excepción 2: Las partes separadas que no son de más de 10 cm en cualquier dimensión y no penetran en la estructura de la alberca más de 25 mm no requieren conexión.

Excepción 3: Se permite como malla de tierra para partes no eléctricas, al cerco de refuerzo estructural de paredes o piso soldado a la estructura, que estén de acuerdo con lo indicado en 250-113.

Excepción 4: Las partes metálicas de equipo aprobado incorporadas en un sistema de doble aislamiento y con previsión de un medio de conexión de puesta a tierra interno no accesible; las partes metálicas no transportadoras de corriente eléctrica no deben ser interconectadas.

b) **Malla común de conexión.** Todas las partes metálicas indicadas en el inciso a) de esta Sección deben conectarse a la malla común con un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8,37 mm^2 (8 AWG). Las conexiones deben hacerse con conectores a presión o abrazaderas de cobre, bronce o aleación de cobre. La malla común de conexión puede ser de cualquiera de los elementos indicados a continuación:

1) el acero estructural de refuerzo de una alberca de concreto donde las varillas están interconectadas con el alambre de acero normal de amarre o equivalente,

2) las paredes de una alberca metálica atornillada o soldada,

3) un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8,37 mm^2 (8 AWG).

c) **Calentadores de agua para alberca.** Para los calentadores de agua para alberca que tienen una capacidad nominal de más de 50 A y que tienen instrucciones especificadas con relación a la conexión y puesta a tierra, se interconectan solamente aquellas partes que estén diseñadas para ser interconectadas y se ponen a tierra solamente las partes diseñadas ello.

680-23. Equipo de sonido subacuático. Todo equipo de sonido subacuático debe estar aprobado e identificado para este propósito.

a) **Altavoces.** Cada altavoz debe estar montado dentro de una cubierta porta-equipo de metal aprobado, cuyo frente sea cerrado por una pantalla metálica cautiva, o equivalente, que esté unida y asegurada a la cubierta porta-equipo por un dispositivo de cierre del tipo positivo, que asegure un contacto de baja resistencia y requiera una herramienta al abrirse para la instalación o mantenimiento. La cubierta porta-equipo debe instalarse en un nicho en la pared o en piso de la alberca.

b) **Métodos de alambrado.** El tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, de bronce u otros metales resistentes a la corrosión, o tubo (conduit) no metálicos tipo pesado, deben extenderse desde la cubierta porta-equipo hasta una caja de empalmes adecuada u otra envolvente, como se indica en 680-21. Cuando se use tubo (conduit) no metálico tipo pesado, se debe instalar en el tubo (conduit) un conductor aislado de cobre de 8,37 mm^2 (8 AWG), con terminales apropiadas para rematar en la cubierta porta-equipo. La terminación del conductor en la cubierta porta-equipo debe protegerse o encapsularse con un adecuado compuesto resinoso, para protegerla contra la corrosión del agua.

c) La cubierta porta-equipo y la pantalla de metal deben ser de bronce u otro metal aprobado como resistente a la corrosión.

680-24. Puesta a tierra. El equipo siguiente debe tener conexión de puesta a tierra:

1) Luminarios subacuáticos de nicho mojado.

2) Luminarios subacuáticos de nicho seco.

3) Todo equipo eléctrico colocado dentro de 1,5 m de las paredes interiores de la alberca de nicho seco debe ser puesto a tierra a la terminal de puesta a tierra del equipo. Esta terminal debe estar directamente conectada a la envolvente del tablero. El conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar sin uniones ni empalmes.

4) Todo equipo eléctrico relacionado con el sistema de recirculación de agua de la alberca.

5) Cajas de empalmes.

6) Envolvente de los transformadores.

7) Interruptores de circuito por falla a tierra.

8) Panel de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico de la alberca.

680-25. Método de puesta a tierra

a) **Disposiciones generales.** Se deben aplicar las disposiciones siguientes para la puesta a tierra de luminarios subacuáticos, cajas de empalmes metálicas, envolventes metálicas de transformadores, tableros de alumbrado y control, motores y otras envolventes y equipos.

b) **Luminarios en albercas y equipo relacionado**

1) Los luminarios de nicho mojado deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de equipo, cuyo tamaño nominal esté de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, pero que no sea menor que 3,31mm^2 (12 AWG). El conductor debe ser de cobre aislado y ser alojado con los conductores del circuito en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o en tubo (conduit) no metálico tipo pesado.

Excepción 1: Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para la protección de los conductores que vayan sobre o dentro de inmuebles.

Excepción 2: Se permite el uso de tubo (conduit) no metálico tipo ligero para la protección de los conductores instalados dentro de inmuebles de acuerdo con los requerimientos del Artículo 331.

Excepción 3: El conductor de puesta a tierra que esté entre la cámara de alambrado del devanado secundario de un transformador y una caja de empalmes, debe ser de un tamaño nominal que esté de acuerdo con el dispositivo de protección de este circuito.

2) La caja de empalmes, la envolvente del transformador u otra envolvente, en el circuito de alimentación de un luminario de nicho mojado y la cámara de alambrado hecha en obra para el luminario de nicho seco, deben ser puestos a tierra a través de la terminal para puesta a tierra del equipo del panel de alumbrado y control. Esta terminal debe estar directamente conectada a la envolvente del panel de alumbrado y control. El conductor de puesta a tierra del equipo debe instalarse sin uniones ni empalmes.

Excepción 1: Cuando más de un luminario subacuático esté alimentado por el mismo circuito derivado, el conductor de puesta a tierra de equipo instalado entre cajas de empalmes, envolventes de transformador u

otras envolventes en el circuito alimentador de luminarios de nicho mojado, o entre los compartimentos de alambrado hechos en obra, de los luminarios de nicho seco, debe conectarse a las terminales de puesta a tierra del panel de alumbrado y control.

Excepción 2: Cuando el luminario subacuático se alimente desde un transformador, un interruptor de circuito por falla a tierra, un desconectador operado por un reloj, un desconectador de acción rápida manual que esté localizado entre el panel de alumbrado y control y una caja de empalmes, conectados a la tubería que se extiende directamente hasta el luminario subacuático, el conductor de puesta a tierra del equipo puede conectarse a las terminales de puesta a tierra en el transformador, interruptor de circuito por falla a tierra, o envolvente del desconectador de acción rápida.

3) Los luminarios de nicho mojado que estén alimentados por cables o cordones flexibles deben tener todas las partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica descubiertas puestas a tierra por un conductor de cobre aislado y que sea parte integral del cordón o cable. Este conductor de puesta a tierra debe conectarse a una terminal de puesta tierra en la caja de empalmes de alimentación en la envolvente del transformador u otras envolventes. El conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor de alimentación y no menor que 1,31 mm^2 (16 AWG).

c) Motores. Los motores relacionados con albercas deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, pero no menor que 3,31mm^2 (12 AWG). Debe ser un conductor de cobre aislado y se debe instalar con los conductores del circuito dentro de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o no metálico tipo pesado, o en cable tipo MC.

Excepción 1: Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de edificios.

Excepción 2: Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles dentro de un motor o adyacentes a él, se permite el uso de tubo metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados.

Excepción 3: Se permiten cualquiera de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3 de esta norma para ser usado en unidades de vivienda unifamiliares.

Excepción 4: Se permite cordón flexible de acuerdo con lo indicado en 680-7.

d) Paneles de alumbrado y control. Un panel de alumbrado y control que no sea parte del equipo de acometida debe tener un conductor de puesta a tierra instalado entre su terminal de puesta a tierra y la terminal de puesta a tierra del equipo de acometida. Este conductor debe ser de tamaño nominal acorde con la Tabla 250-95 pero no menor que 3,31 mm^2 (12 AWG); debe ser un conductor aislado e instalado con los conductores alimentadores en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, o no metálico tipo pesado. El conductor de puesta a tierra del equipo debe conectarse a una terminal de puesta a tierra del panel de alumbrado y control.

Excepción 1: El conductor de puesta a tierra de equipo entre un panel de alumbrado y control lejano existente y el equipo de acometida, no necesita colocarse en un tubo si la conexión se hace por medio de un cable aprobado ensamblado con un aislante que tenga un conductor de puesta a tierra de equipo con envolvente.

Excepción 2: Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de edificios.

NOTA - Véase 348-2.

e) Equipo conectado con cordones. Cuando se conecte equipo fijo o estacionario con un cordón flexible para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento, reparación o almacenamiento, como está indicado en la Sección 680-7, los conductores de puesta a tierra de equipo deben conectarse a una parte metálica fija del conjunto. La parte que es desmontable debe estar montada sobre la parte metálica fija o estar interconectada a ella.

f) Otros equipos. Los equipos eléctricos que no sean luminarios subacuáticos, deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectados por los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.

680-26. Cubiertas de albercas accionadas eléctricamente

a) Motores y controladores. Los motores eléctricos, controladores y alambrados, deben estar ubicados por lo menos a 1,5 m de la pared interna de la alberca, a menos que estén separados de ésta por una pared, cubierta u otra barrera permanente. Los motores eléctricos instalados por debajo del nivel de la alberca deben ser del tipo totalmente cerrado.

NOTA 1 - Para envolventes instaladas en lugares secos y mojados, véase 373-2(a).

NOTA 2 - Para interruptores automáticos instalados en lugares mojados, véase 380-4.

NOTA 3 - Para protección contra líquidos véase 430-11.

b) Métodos de alambrado. El motor eléctrico y el controlador deben estar conectados a un circuito protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

680-27. Calefacción en el área del borde de la alberca. Las disposiciones de esta Sección aplican a todas las áreas del borde de la alberca, incluyendo albercas cubiertas, cuando las unidades de calefacción accionadas eléctricamente se instalen dentro de una distancia de 6 m de la pared interna desde alberca.

a) Unidades de calefacción. La unidad de calefacción debe fijarse sólidamente a la estructura y debe ser de tipo hermético o resguardado. La unidad de calefacción no debe montarse sobre la alberca o sobre un área de 1,5 m que se extienda horizontalmente desde la pared interna de la alberca.

b) Radiadores eléctricos permanentes. Los radiadores eléctricos deben estar adecuadamente resguardados y asegurados a su dispositivo de montaje. Los calentadores no deben ser instalados sobre la alberca o sobre una extensión de un área de 1,5 m medidos horizontalmente desde la pared interna de la alberca y deben ser montados a no menos de 3,7 m verticalmente por encima de la acera de la alberca, a menos que el equipo sea aprobado, para ubicarlo de otra manera.

c) Cables para calefactores no permitidos. No se permiten cables de calefactores empotrados, embebidos, en el borde de la alberca.

680-28. Bombas para alberca con doble aislamiento. En albercas de natación instaladas permanentemente, se permite que sean alimentadas con bombas aprobadas para conexión con cordón y clavija, las cuales deben incorporar un sistema de doble aislamiento que provea un medio de puesta a tierra solamente de las partes metálicas internas inaccesibles no conductoras de corriente eléctrica de la bomba.

C. Albercas desmontables

680-30. Bombas. Una bomba con filtro para alberca conectada por cordón, debe tener incorporado un sistema aprobado de doble aislamiento o su equivalente y debe estar provista con medios para la puesta a tierra solamente de las partes metálicas del aparato eléctrico, internas e inaccesibles, que no transporten corriente eléctrica. El medio de puesta a tierra debe ser un conductor instalado con los propios conductores de la fuente de alimentación en el cordón flexible, que esté adecuadamente terminado por una clavija con terminal de puesta a tierra.

680-31. Interruptores de circuitos por falla a tierra. Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, utilizado en albercas desmontables, debe protegerse con interruptores de circuito por falla a tierra.

NOTA - Cuando se utilicen cordones flexibles, véase 400-4.

680-32. Luminarios. Un luminario instalado en o sobre la pared de una alberca desmontable, debe ser del tipo conectado por cordón y clavija. Este aparato debe:

1) No tener partes metálicas expuestas.

2) Tener una lámpara que opere a 15 V o menos.

3) Tener la envolvente del transformador, lentes poliméricos resistentes al impacto y una cubierta porta-luminarios.

4) Tener un transformador que cumpla lo requerido en 680-5(a) con una tensión eléctrica en el primario de no más de 150 V.

5) Estar aprobados para tal propósito.

Excepción: Un luminario sin transformador y con lámpara que operen a no más de 150 V puede ser del tipo para conectar por medio de cordón y clavija si se cumple con lo siguiente:

a. No tiene partes metálicas expuestas.

b. Tiene lentes poliméricos resistentes al impacto.

c. Está provisto de un interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto, como parte integral del conjunto.

d. El luminario debe estar conectado permanentemente al interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto.

e. Cumple con lo requerido en 680-20 (a).

f. Está aprobado para este propósito.

D. Fuentes de aguas termales y bañeras térmicas

680-40. Instalaciones exteriores. Las instalaciones exteriores de fuentes de aguas termales y bañeras, deben cumplir con las disposiciones de las Partes A y B de este Artículo.

Excepción 1: Cintas metálicas o abrazaderas usadas para asegurar los peldaños de madera no están incluidas en 680-22.

Excepción 2: Las unidades en conjunto pueden conectarse por medio de cordón y clavija, de longitud no mayor que 4,60 m si están protegidas por un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 3: Se permite la conexión de metal a metal de una estructura común o base.

Excepción 4: Las unidades empaquetadas que utilicen un panel de alumbrado y control remoto instalado en fábrica pueden ser conectadas por medio de tubo (conduit) flexible a prueba de líquidos de no más de 90 cm de longitud.

680-41. Instalaciones interiores. Las instalaciones interiores de una bañera térmica o de una fuente de aguas termales deben estar conformes con los requisitos de esta Parte y el método de alambrado, debe ser según lo indicado en el Capítulo 3.

Excepción: En las unidades en conjunto aprobadas, de capacidad nominal de 20 A o menor, se permite conectar por medio de cordón y clavija para facilitar la remoción o desconexión para mantenimiento y reparación.

a) Receptáculos

1) Al menos un receptáculo debe localizarse en el lugar a no menos de 1,5 m de la pared interna de la fuente de aguas termales o de la bañera térmica.

2) Los receptáculos de 120 V o 127 V localizados dentro de 3 m de la pared interna de la bañera térmica o de aguas termales, deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

NOTA- En la determinación de las dimensiones, la distancia medida es la línea más corta que el cordón de alimentación de un aparato eléctrico conectado al receptáculo, debe seguir sin penetrar un piso, pared o techo de una edificación u otra barrera fija.

3) Los receptáculos que suministran energía a la bañera térmica o a las fuentes termales deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Luminarios, salidas de luminarios y ventiladores de techo

1) Los luminarios, salidas para luminarios y ventiladores de techo localizados sobre fuentes de aguas termales o bañeras térmicas, ubicados dentro de 1,5 m medidos horizontalmente desde el interior de las paredes de las fuentes de aguas termales o bañeras térmicas, deben estar localizados por lo menos a 2,3 m sobre el nivel máximo del agua y deben estar protegidos con un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 1: Los luminarios, salidas para luminarios y ventiladores de techo a 3,6 m o más sobre el nivel del agua no requieren de un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 2: Se permite instalar a menos de 2,3 m sobre las fuentes aguas termales o bañeras térmicas, a los luminarios que cumplan los requisitos de (a) y (b) siguientes y que estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra,

a. Los luminarios empotrados con un lente plástico o de vidrio y un borde no metálico o borde metálico separado eléctricamente, aprobados e identificados para usarse en lugares mojados.

b. Los aparatos montados en la superficie con un globo plástico o de vidrio y un dispositivo no metálico para usarse en lugares mojados.

2) Los aparatos de alumbrado subacuático deben cumplir con las disposiciones de la Parte B de esta Sección.

c) Desconectadores de pared. Los desconectadores de pared deben estar localizados a no menos de 1,5 m medidos horizontalmente desde el interior de la pared de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas.

d) Puentes de unión. Las siguientes partes deben conectarse eléctricamente:

1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la fuente de aguas termales o de la alberca térmica.

2) Partes metálicas de equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales y bañeras térmicas, incluyendo motores y bombas.

3) Canalizaciones metálicas y cañerías metálicas, dentro de 1,5 m del interior de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas y que no estén separadas de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas por una barrera permanente.

4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de 1,5 m de la pared interna de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas y que no estén separadas de éstas por una barrera permanente.

Excepción: Pequeñas superficies conductoras no susceptibles de energizarse tales como surtidores de aire, herrajes de desagüe, que no estén conectados a tubería metálica, toalleros, marcos de espejos y equipo no eléctrico.

5) Dispositivos y controles eléctricos no asociados con la fuente de aguas termales o con las bañeras térmicas deben ubicarse a 1,5 m o más, de las unidades que deben conectarse al sistema de la fuente de aguas termales y bañeras térmicas.

e) Métodos de conexión de puentes de unión. Todas las partes metálicas asociadas con la fuente de aguas termales y bañeras térmicas deben conectarse por cualquiera de los siguientes métodos:

1) la conexión de tubería y accesorios metálicos roscados o de tubería metálica,

2) montaje de metal a metal sobre una estructura o base común,

3) por la provisión de un puente de unión de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8,37 mm^2 (8 AWG).

f) Puesta a tierra. El siguiente equipo debe tener conexión de puesta a tierra:

1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1,5 m de la pared interior de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas.

2) Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales o bañeras térmicas.

g) Método de puesta a tierra

1) Todo equipo eléctrico debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectado por un método de alambrado establecido en el Capítulo 3.

2) Cuando el equipo se conecte con un cordón flexible, el conductor de puesta a tierra del equipo debe ser conectado a una parte metálica fija del conjunto.

h) Calentadores eléctricos de agua. Todos los calentadores eléctricos para aguas termales o bañeras térmicas deben estar aprobados, tener los elementos de calefacción subdivididos en carga que no exceda 48 A y estar protegidos a no más de 60 A.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no debe ser menor que 125% del total de la carga de la capacidad nominal de la placa de datos.

i) Equipo de audio subacuático. El equipo de audio subacuático debe cumplir con lo dispuesto en las Partes B o C de este Artículo.

680-42. Protección. Las salidas para conectar equipo eléctrico asociado con las bañeras térmicas deben estar protegidas por interruptores de circuito por falla a tierra.

E. Fuentes

680-50. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte E deben aplicarse a todas las fuentes que están definidas en 680-4. Las fuentes que tienen agua común de una alberca deben cumplir con los requisitos para alberca de este Artículo.

Excepción: Las fuentes desmontables auto abastecidas con cualquier dimensión no mayor que 1,5 m no están cubiertas por la Parte E.

680-51. Luminario, bombas y otros equipos sumergibles

a) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Debe instalarse un interruptor de circuito por falla a tierra en los circuitos derivados que alimenten a equipos de fuentes.

Excepción: No se requiere del interruptor de circuito por falla a tierra cuando el equipo opere a 15 V o menos y esté alimentado por un transformador que cumpla con lo indicado en 680-5 (a).

b) **Tensión eléctrica de operación.** Todas los luminarios deben instalarse para operar a 150 V o menos entre conductores. Las bombas y equipos sumergibles deben operar a 300 V o menos entre conductores.

c) **Lentes de luminarios.** Los luminarios deben instalarse con su parte superior por debajo del nivel de agua de la fuente, a menos que estén aprobados para ser colocados por encima. Un luminario dirigido hacia arriba debe tener su lente resguardada para impedir el contacto de cualquier persona.

d) **Protección contra aumentos de temperatura.** El equipo eléctrico cuyo funcionamiento seguro depende de la condición de estar sumergido, debe estar protegido contra aumentos de temperatura por medio de un sistema de interrupción que opere cuando el nivel de agua descienda.

e) **Alambrados.** El equipo debe estar provisto de entradas para tubo (conduit) roscado o para cordones flexibles adecuados. La longitud máxima de cordón expuesto dentro de la fuente debe estar limitada a 3 m. Los cordones que se prolonguen más allá del perímetro de la fuente, deben estar dentro de un ducto aprobado para alambrado. Las partes metálicas de equipo que estén en contacto con el agua deben ser de bronce o de otro metal aprobado como resistente a la corrosión.

f) **Mantenimiento.** El equipo debe poder sacarse del agua para cambio de lámparas o para el mantenimiento normal. Los luminarios no deben estar permanentemente empotrados en la estructura de la fuente, de manera que sea necesario reducir el nivel del agua o sacarla enteramente para el cambio de lámparas, para mantenimiento o para inspección.

g) **Estabilidad.** El equipo debe tener una estabilidad inherente o estar fijo en su sitio de manera segura.

680-52. Cajas de empalmes y otras envolventes

a) **Disposiciones generales.** Las cajas de empalmes y otras envolventes que se utilicen para instalaciones que no sean subacuáticas, deben cumplir con lo indicado en 680-21(a)(1), (2) y (3) y (b) (c) y (d).

b) **Cajas de empalmes u otras envolventes subacuáticas.** Las cajas de empalmes y otras envolventes subacuáticas deben ser herméticas al agua y:

1) Deben estar equipadas con entradas para tubo (conduit) roscado, o con conectores de compresión o sellos para la entrada de cordones,

2) Deben ser de cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión,

3) Deben sellarse con un compuesto aprobado para prevenir la entrada de humedad,

4) Deben estar firmemente fijadas a los soportes o directamente a la superficie de la fuente e interconectadas como está requerido. Cuando la caja de empalmes está soportada solamente por un tubo eléctrico, el tubo debe ser de cobre, bronce u otro material aprobado resistente a la corrosión. Cuando la caja esté unida a un tubo no metálico debe tener soportes adicionales y sujetadores de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

NOTA - Véase 370-23 para soportes de envolventes.

680-53. Conexiones. Todos los sistemas de cañerías o tuberías metálicas asociadas con la fuente deben unirse sólidamente (puentes de unión) al conductor de puesta a tierra del equipo, del circuito derivado que alimenta a la fuente.

NOTA - Véase 250-95 para tamaño nominal de los conductores.

680-54. Puesta a tierra. El siguiente equipo debe estar puesto a tierra:

1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de la fuente o hasta 1,5 m de distancia de la pared interna de la misma.

2) Todo equipo relacionado con el sistema de regulación de agua de la fuente.

3) Los paneles de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico relacionado con la fuente.

680-55. Método de puesta a tierra

a) **Disposiciones generales.** Las disposiciones indicadas en 680-25 deben aplicarse, excepto (e).

b) **Alimentados por un cordón flexible.** El equipo eléctrico que esté alimentado por un cordón flexible debe tener todas las partes metálicas descubiertas y que no transportan corriente eléctrica puestas a tierra por medio de un conductor de cobre aislado, que sea parte integral del cordón. El conductor de puesta a tierra se debe conectar a una terminal de puesta a tierra en la caja de empalmes del alimentador, en la envolvente del transformador o en otra envolvente.

680-56. Equipo conectado por cordón y clavija

a) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, debe estar protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) **Tipos de cordones.** Los cordones flexibles sumergidos o expuestos al agua, deben ser tipo pesado resistentes a este servicio, como se establece en la Tabla 400-4.

c) **Sello.** El extremo del aislamiento y las terminales del cordón flexible del conductor dentro del equipo y su conexión a tierra, deben ser tratados de manera similar con un sellador para prevenir la entrada de agua y proteger estas conexiones de sus efectos dañinos dentro del equipo.

d) **Terminales.** Las conexiones con cordón flexible deben ser permanentes, excepto cuando se usen clavijas y receptáculos del tipo de puesta a tierra para facilitar el retiro o desconexión de equipo fijo o estacionario para su mantenimiento, reparación o almacenamiento y cuando dichos dispositivos no estén ubicados en una parte de la fuente que contenga agua.

F. Albercas y bañeras para uso terapéutico

680-60. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte F deben aplicarse a albercas y bañeras para uso terapéutico en lugares para el cuidado de la salud, gimnasios, salas de entrenamiento atlético y áreas similares. Véase Sección 517-3 para definición de cuidados de la salud. Los aparatos eléctricos terapéuticos móviles deben cumplir con el Artículo 422.

680-61. Albercas terapéuticas instaladas permanentemente. Las albercas terapéuticas instaladas a nivel del piso o sobre el piso en una edificación, de forma que no puedan ser fácilmente desmontadas, deben cumplir con las Partes A y B de este Artículo.

Excepción: Las limitaciones indicadas en 680-6(b)(1) y (2) no se aplican cuando el luminario es del tipo totalmente cerrado.

680-62. Bañeras terapéuticas (tanques hidroterapéuticos). Las bañeras terapéuticas usadas para la inmersión y tratamiento de pacientes que no se pueden mover fácilmente de un lugar a otro en uso normal, o aquellas que estén aseguradas de cualquier manera en un lugar específico, incluyendo sistemas de tubería asociados, deben estar en conformidad con esta Parte de la norma.

a) **Interruptor de circuito por falla a tierra.** Todo equipo terapéutico debe estar protegido con un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción: El equipo eléctrico terapéutico portátil debe cumplir con lo indicado en 250-45.

b) **Puentes de unión.** Las siguientes partes deben ser conectadas eléctricamente entre sí:

1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la bañera.

2) Partes metálicas de equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación del agua de la bañera, incluyendo los motores de bombas.

3) Cables con cubierta de metal, canalizaciones y tubería metálica que estén dentro de una distancia de 1,5 m desde la pared interna de la bañera y no separados de la bañera por una barrera permanente.

4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de una distancia de 1,5 m de la pared interna de la bañera y no separada de ésta por una barrera permanente.

5) Los dispositivos y controles eléctricos no asociados a la bañera terapéutica deben estar alejados a un mínimo de 1,5 m de ésta, o se deben conectar al sistema de puentes de unión de bañeras terapéuticas.

c) **Método de conexión de los puentes de unión.** Todas las partes metálicas asociadas con la bañera deben ser conectadas por alguno de los siguientes métodos:

1) La conexión de tubería y accesorios metálicos roscados.

2) En montajes de metal a metal sobre una estructura o base común.

3) Conexiones con empalmes metálicos adecuados tales como grapas y/o abrazaderas.

4) Por medio de un puente de unión de cobre aislado o desnudo no menor que 8,37 mm^2 (8 AWG).

d) Puesta a tierra. El siguiente equipo eléctrico debe tener conexión de puesta a tierra.

1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1,5 m de las paredes internas de la bañera.

2) Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación de agua de la bañera.

e) Métodos de puesta a tierra

1) Todo equipo eléctrico debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectado por un método de alambrado de los indicados en el Capítulo 3.

2) Cuando el equipo se conecte con un cordón flexible, los conductores de puesta a tierra del equipo deben estar conectados a una parte metálica fija del conjunto.

f) Receptáculos. Todos los receptáculos dentro de 1,5 m alrededor de una bañera terapéutica deben protegerse con un interruptor de circuito por falla a tierra.

g) Luminarios. Todos los luminarios usados en áreas de bañeras terapéuticas deben ser del tipo totalmente cerrado.

G. Bañeras de hidromasaje

680-70. Protección. Las bañeras de hidromasajes y sus componentes eléctricos asociados deben protegerse por medio de un interruptor de circuito por falla a tierra. Todos los receptáculos monofásicos de 120 y 127 V dentro de una distancia de 1,5 m de la pared interna de la bañera de hidromasaje deben estar protegidos por interruptor de circuito por falla a tierra.

680-71. Otro equipo eléctrico. Los luminarios, desconectadores, receptáculos y otros equipos eléctrico ubicados en la misma sala y que no estén directamente asociados con una bañera de hidromasaje, se deben instalar de acuerdo con los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de esta NOM, que cubren la instalación de ese equipo en los cuartos de baños.

ARTICULO 685-SISTEMAS ELECTRICOS INTEGRADOS

A. Disposiciones generales

685-1. Alcance. Este Artículo cubre sistemas eléctricos integrados, que no sean un conjunto, en los cuales sea necesaria una interrupción programada para lograr una operación segura. Un sistema eléctrico integrado como el indicado en este Artículo, es un segmento unitario de un sistema de alambrado industrial, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

1) Cuando se requiera una interrupción programada para minimizar peligro a personas y daños a equipo.

2) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas deben dar servicio al sistema.

3) Cuando se han establecido y mantenido salvaguardas efectivas.

685-2. Aplicación de otros Artículos. En casos particulares se aplican a la instalación de conductores y equipo, hay requisitos de interrupción programada que son complementarios de este Artículo o modificaciones de ellos, a saber:

Concepto	Sección
Coordinación de Sistemas Eléctricos	240-12
Desconexión	430-74 Excepciones 1 y 2
Más de una fuente de energía	430-113 Excepciones 1 y 2
Más de un edificio o estructura	225-8
Medios de desconexión	645-10 Excepción
Medios de desconexión a la vista desde el controlador	430-102 Excepción 2
Parada programada	430-44
Protección de conductores	240-3
Protección por falla a tierra del equipo	230-95, Excepción 1
Protección por falla a tierra del equipo	240-13, Excepción 1
Puesta a tierra de sistemas de 50 a 1 000 V c.a.	250-5(b) Excepción 3

Punto de conexión	705-12, Excepción 1

B. Interrupción programada

685-10. Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente en el local. La ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que son críticos en sistemas eléctricos integrados, debe estar en áreas accesibles, con alturas de montaje adecuadas que permitan una operación segura por personal no calificado.

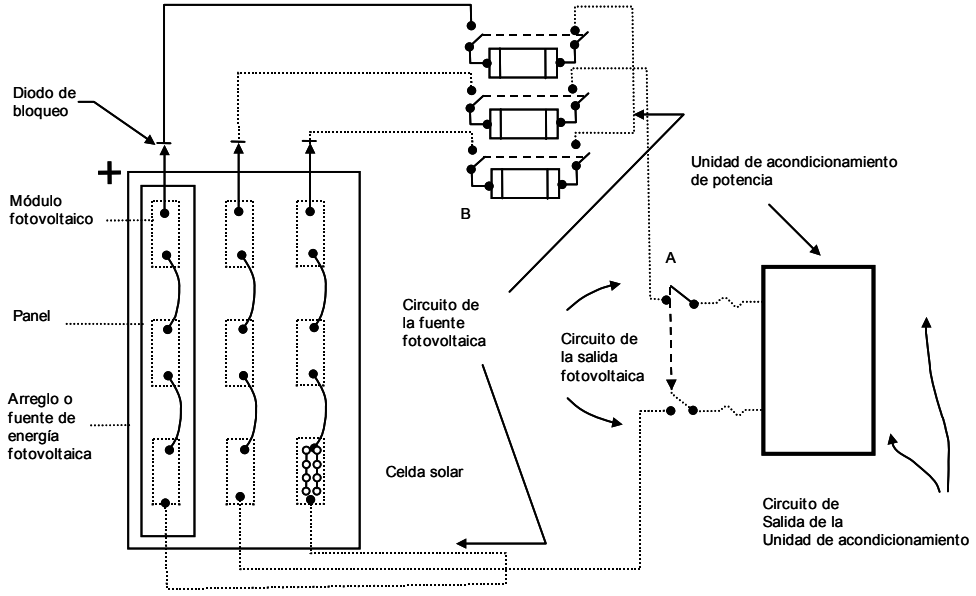
685-12. Puesta a tierra en sistemas de c.c. Se permite que los circuitos de c.c. de dos hilos no sean puestos a tierra.

685-14. Circuitos de control no puestos a tierra. Cuando se requiera una operación continua, se permite que los circuitos de control de 150 V o menos de sistemas derivados separados, no sean puestos a tierra.

ARTICULO 690-SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

A. Disposiciones generales

690-1. Alcance. Lo dispuesto en este Artículo se aplica a sistemas eléctricos de energía fotovoltaica incluyendo circuitos del sistema, unidades de acondicionamiento de potencia y controladores para tales sistemas. Los sistemas solares fotovoltaicos cubiertos por este Artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de producción de energía eléctrica o autónomos, con o sin almacenamiento de energía eléctrica, como baterías. Estos sistemas pueden tener salidas para utilización en c.a. o c.c.



A: Medios de desconexión requeridos en 690-13.

B: Equipo permitido que debe estar en el lado de la fuente fotovoltaica de los medios de desconexión de dicha fuente, según se indica en la excepción 2 de 690-14. Véase 690-16

FIGURA 690-1 Sistema solar fotovoltaico

(Diagrama simplificado, no se muestra el circuito de puesta a tierra del sistema)

690-2. Definiciones

Celda solar fotovoltaica: El dispositivo fotovoltaico básico que genera energía eléctrica cuando es expuesto a la luz solar.

Circuito de la fuente fotovoltaica: Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el o los puntos de conexión común del sistema de c.c. Véase la Figura 690-1.

Circuito de salida fotovoltaica: Los conductores del circuito entre el o los circuitos de la fuente fotovoltaica y el inversor o el equipo de utilización de c.c. Véase la Figura 690-1.

Controlador de carga: Dispositivo que controla el régimen y la condición de carga de las baterías, protegiéndolas contra sobrecargas y descargas que excedan sus límites de operación normal.

Diodo de bloqueo: Un diodo usado para impedir el flujo inverso de corriente eléctrica hacia el circuito de la fuente fotovoltaica.

Fuente de energía fotovoltaica: Un sistema o agregado de sistemas, los cuales generan energía en c.c. a la tensión y corriente eléctricas del sistema.

Inversor: Equipo que es usado para cambiar el nivel de tensión eléctrica de la energía, su forma de onda o ambos. Usualmente un inversor (también conocido como unidad de acondicionamiento de potencia o sistema de conversión de potencia) es un dispositivo que cambia una entrada de c.c. a una salida de c.a.

Los inversores en sistemas autónomos pueden incluir también cargadores de baterías que toman la c.a. de una fuente auxiliar, como un generador, y la rectifican a c.c. para cargar baterías.

Inversor: Circuito de entrada: Los conductores entre el inversor y las baterías en un sistema autónomo o los conductores entre el inversor y los circuitos de salida fotovoltaica en sistemas interconectados a la red.

Inversor: Circuito de salida: Los conductores entre el inversor y el tablero de cargas de c.a. en un sistema autónomo, o los conductores entre el inversor y el equipo de acometida u otra fuente de producción de energía eléctrica tal como la compañía suministradora, en sistemas interconectados a la red. Véase la Figura 690-1.

Módulo: El ensamble completo más pequeño de celdas solares, protegido del ambiente, con su óptica y otros componentes excluyendo el dispositivo de seguimiento, diseñado para generar c.c. por la acción de la luz solar.

Panel: Un conjunto de módulos unidos mecánica y eléctricamente, diseñado para manejarse como una unidad instalable en campo.

Sistema: Un ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura soporte y cimentación, seguimiento solar, control térmico, y otros componentes, según se requieran para formar una unidad de producción de energía en c.c.

Sistema autónomo: Un sistema solar fotovoltaico que abastece energía en forma independiente de otras fuentes de energía.

Sistema interactivo: Un sistema solar fotovoltaico que opera en paralelo con otra fuente de producción de energía eléctrica conectada a la misma carga y que puede estar diseñado para entregar energía a dicha fuente.

Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema solar fotovoltaico, tal como una batería, no es otra fuente de producción de potencia eléctrica.

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.

690-3. Otros Artículos. Cuando los requisitos de otros Artículos de esta norma y el Artículo 690 difieran, deben aplicarse los requisitos indicados en el Artículo 690. Los sistemas solares fotovoltaicos que operan como fuentes interconectadas de producción de energía deben instalarse de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 705.

690-4. Instalación

a) **Sistema Fotovoltaico.** Se permite que un sistema solar fotovoltaico suministre energía a una edificación u otra estructura, en adición a cualquier acometida de otros sistemas de suministro de energía eléctrica.

b) **Conductores de Sistemas Diferentes.** Los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica no deben estar contenidos en la misma canalización, charola, cables, cajas de salida o cajas de empalme o accesorios similares, junto con los circuitos alimentadores o derivados de otros sistemas.

Excepción: Cuando los conductores de diferentes sistemas están separados por una división o se conecten juntos.

c) **Conexiones de módulos.** Las conexiones a un módulo o panel deben estar dispuestas de tal manera que al remover un módulo o panel de un circuito de la fuente fotovoltaica no se interrumpa al conductor puesto a tierra de otro circuito de la fuente fotovoltaica.

d) **Equipo.** Los inversores o motogeneradores deben estar aprobados e identificados para uso en sistemas fotovoltaicos.

e) **Montaje de Módulos.** Cuando la estructura y los materiales de la edificación a la que suministra energía el sistema fotovoltaico no tengan la resistencia mecánica necesaria, los módulos deben montarse en una estructura independiente que les dé el soporte y la orientación necesarios, asegurando su adecuada ventilación. En todo caso, el cable de acometida entre el sistema fotovoltaico y la edificación debe quedar adecuadamente protegido contra posible daño físico.

690-5. Detección e interrupción de fallas a tierra. Los sistemas fotovoltaicos montados en techos de casas habitación deben tener protección contra fallas a tierra para reducir el riesgo de incendio.

El circuito de protección contra falla a tierra debe ser capaz de detectar una falla a tierra, interrumpiendo la trayectoria de la falla y desconectando el sistema.

B. Requisitos para los circuitos

690-7. Tensión eléctrica máxima

a) **Capacidad de tensión eléctrica.** En una fuente de energía fotovoltaica y sus circuitos de c.c., la tensión eléctrica considerada debe ser la del circuito abierto especificada. Para instalaciones de tres hilos, incluyendo circuitos de dos hilos conectados a sistemas de tres hilos, la tensión eléctrica del sistema debe ser la más alta entre dos conductores.

b) **Circuitos de utilización de c.c.** La tensión eléctrica de los circuitos de utilización de c.c debe de apegarse a lo indicado en 210-6.

c) **Circuitos de la fuente y salida fotovoltaica.** Se permite operar hasta 600 V los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica que no incluyan portalámparas, ni artefactos para lámparas ni receptáculos.

Excepción: Para instalaciones que no sean viviendas para una o dos familias, se permiten sistemas de más de 600 V nominales, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 710.

d) **Circuitos a más de 150 V a tierra.** En casas habitación de una o 2 familias, las partes vivas de los circuitos de la fuente fotovoltaica y de los circuitos de salida fotovoltaica a más de 150 V a tierra no deben estar accesibles mientras están energizados, excepto a personal calificado.

NOTA - Véase 110-17 para la protección de partes vivas y 210-6 para la tensión eléctrica a tierra y entre conductores.

690-8. Dimensionamiento y capacidad de conducción de corriente eléctrica de los circuitos

a) **Capacidad de conducción de corriente eléctrica y dispositivos de protección contra sobrecorriente.** La capacidad de conducción de corriente eléctrica de los conductores y la especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no deben ser menores a 125% de la corriente eléctrica calculada de acuerdo al inciso (b) siguiente.

La especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar de acuerdo con lo indicado en 240-3, (b) y (c).

Excepción: Los circuitos que contengan un ensamble cuyo conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente están especificados para operación continua a 100% de su capacidad.

b) **Cálculo de la corriente eléctrica de los circuitos.** La corriente eléctrica para cada circuito individual debe calcularse como sigue:

1) **Circuitos de la fuente fotovoltaica.** La suma de la corriente eléctrica especificada de corto circuito de los módulos en paralelo.

2) **Circuito de salida fotovoltaica.** La corriente eléctrica especificada de corto circuito de la fuente de energía fotovoltaica.

3) **Circuito de salida del inversor.** La corriente eléctrica de salida especificada del inversor o de la unidad de acondicionamiento de potencia.

Excepción: Cuando no exista una fuente de energía externa que pueda ocasionar un regreso de corriente eléctrica, la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito sin dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe ser menor que la corriente eléctrica de cortocircuito.

4) **Circuito de entrada de un inversor autónomo.** La corriente eléctrica especificada de entrada del inversor autónomo cuando el inversor está produciendo su potencia especificada a la menor tensión eléctrica de entrada.

c) Sistemas con tensiones eléctricas múltiples de c.c. En una fuente fotovoltaica que tiene múltiples tensiones eléctricas de salida y que emplea un conductor común de retorno, la capacidad de conducción de corriente del conductor de retorno no debe ser menor que la suma de las capacidades de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida.

690-9. Protección contra sobrecorriente

a) Circuitos y Equipos. Los conductores y equipos del circuito de la fuente fotovoltaica, del circuito de la salida fotovoltaica, del circuito de salida de la unidad de acondicionamiento de potencia y del circuito de la batería de almacenamiento deben estar protegidos de acuerdo con los requisitos establecidos en el Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente de energía eléctrica deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente localizados de tal manera que brinden protección desde cualquiera de las fuentes.

NOTA - Un posible regreso de corriente eléctrica desde cualquiera de las fuentes de alimentación, incluyendo una alimentación a través de la unidad de acondicionamiento de potencia hacia el circuito de salida fotovoltaica y hacia los circuitos de la fuente fotovoltaica, deben considerarse para determinar si se está suministrando protección adecuada contra sobrecorriente, desde todas las fuentes hacia los conductores y módulos.

b) Transformadores. Se debe suministrar protección contra sobrecorriente para un transformador con una o varias fuentes en cada lado del mismo, de acuerdo con lo indicado en 450-3, considerando como primario primero un lado del transformador y luego el otro lado.

Excepción: En un transformador que tenga una corriente eléctrica nominal en el lado conectado hacia la fuente de alimentación fotovoltaica no menor que la corriente eléctrica nominal de corto circuito de salida de la unidad de acondicionamiento de energía, se permite que no tenga protección contra sobrecorriente desde dicha fuente.

c) Circuitos de la fuente fotovoltaica. Se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados o suplementarios provean protección en circuitos de la fuente fotovoltaica. Los dispositivos de protección deben ser accesibles pero no es necesario que estén expuestos.

d) Capacidad en c.c. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, empleados en cualquier porción en c.c. del sistema de energía fotovoltaica, ya sean fusibles o interruptores automáticos, deben estar aprobados para uso en circuitos de c.c. y deben tener las capacidades apropiadas de tensión y corriente eléctricas y de interrupción.

C. Medios de desconexión

690-13. Todos los conductores. Se deben proveer los medios para desconectar todos los conductores que lleven corriente eléctrica de una fuente de energía fotovoltaica de todos los otros conductores en un edificio u otra estructura.

Excepción: Cuando una conexión del circuito de puesta a tierra no está diseñada para ser automáticamente interrumpida como parte del sistema de protección contra falla a tierra requerida en 690-5, un desconectador o un interruptor automático usado como medio de desconexión no debe tener un polo conectado al conductor de tierra.

NOTA - El conductor de puesta a tierra puede tener algún medio de desconexión para permitir el mantenimiento o reparación por personal calificado.

690-14. Disposiciones adicionales. Las disposiciones establecidas en el Artículo 230, Parte F deben aplicarse a los medios de desconexión de la fuente de alimentación fotovoltaica.

Excepción No. 1: No se requiere que los medios de desconexión sean adecuados para equipo de acometida y deben ser especificados de acuerdo con lo indicado en 690-17.

Excepción No. 2: Se permiten equipos tales como desconectadores de aislamiento del circuito de la fuente fotovoltaica, dispositivos de protección contra sobrecorriente y diodos de bloqueo en el lado de la fuente de energía fotovoltaica donde están los medios de desconexión de la misma.

690-15. Desconexión de equipo fotovoltaico. Deben proveerse medios para desconectar equipos tales como inversores, baterías, controladores de carga y similares, de todos los conductores no puestos a tierra de

todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una fuente, los medios de desconexión deben ser agrupados e identificados.

690-16. Fusibles. Deben proveerse medios para desconectar un fusible de todas las fuentes de alimentación si aquél está energizado por ambas direcciones y está accesible a personal no calificado. Dicho fusible, en un circuito de fuente fotovoltaica, debe poder desconectarse independientemente de los fusibles de otros circuitos de la fuente fotovoltaica.

690-17. Desconectadores o interruptores automáticos. Los medios de desconexión para conductores no puestos a tierra consisten de uno o varios desconectadores o interruptores automáticos:

(1) localizados en un lugar accesible fácilmente

(2) operables externamente sin exponer al operador al contacto con partes vivas

(3) indicando claramente si está en la posición cerrado o abierto, y

(4) deben tener una corriente de interrupción suficiente para la corriente y tensión eléctricas que puede estar disponible en las terminales de línea del equipo. Se debe fijar un letrero de precaución adyacente a los medios de desconexión cuando todas sus terminales puedan estar energizadas en la posición de abierto. El letrero de precaución debe ser claramente legible y tener la siguiente leyenda:

"PRECAUCION-CHOQUE ELECTRICO-NO TOCAR-TERMINALES ENERGIZADAS EN POSICION DE ABIERTO".

Excepción: Un medio de desconexión localizado en el lado de c.c. puede tener una corriente de interrupción menor que la capacidad de conducción de corriente eléctrica del sistema, cuando el sistema está diseñado de tal manera que el desconectador de c.c. no pueda ser abierto bajo carga.

690-18. Deshabilitación de un sistema. Deben proveerse medios para deshabilitar un sistema o porciones del mismo.

NOTA- Los módulos fotovoltaicos están energizados mientras están expuestos a la luz. La instalación, reemplazo o servicio de componentes del sistema mientras uno o varios módulos están siendo irradiados puede exponer a las personas a un choque eléctrico.

D. Métodos de alambrado

690-31. Métodos permitidos

a) **Sistemas de alambrado**. Se permiten todos los métodos de canalización y alambrado de cables incluidos en esta norma y otros sistemas de alambrado y accesorios específicamente destinados e identificados para uso en arreglos fotovoltaicos. Cuando se usen dispositivos de alambrado con envolventes integrales, se debe proveer suficiente longitud de cable para facilitar el reemplazo.

b) **Cable con conductor dúplex.** Se permite cable tipo TWD-UV en circuitos de la fuente fotovoltaica, cuando se instalen a la intemperie y expuestos a los rayos del Sol. Véanse el Artículo 338 y la Tabla 310-13.

NOTA: Para información sobre el uso de cables aislados en circuitos de fuentes fotovoltaicas, véase la nota de 310-13.

c) **Cables y cordones flexibles.** Cuando se usen cables y cordones flexibles para conectar las partes móviles de seguidores solares, se debe cumplir con lo indicado en el Artículo 400 y deben ser cordones para uso extra rudo Tipos ST, SO o W, adecuados para uso en intemperie y resistentes al agua y a la luz del Sol. La capacidad de conducción de corriente debe estar de acuerdo con lo indicado en 400-5.

Para temperaturas ambiente que excedan de 30°C, la capacidad de conducción de corriente debe reducirse con los factores dados en la Tabla 690-31(c).

TABLA 690-31(c).- Factores de corrección

Temperatura ambiente °C	**Temperatura máxima de operación del conductor**		
	60°C	75°C	90°C
30	1,0	1,0	1,0
31-35	0,91	0,94	0,96

36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76

d) **Cables con conductores pequeños.** Se permiten cables monoconductores de tamaño nominal de 1,31 mm^2 (16 AWG) y 0,824 mm^2 (18 AWG) aprobados para uso en intemperie y que sean resistentes a la luz del Sol y al agua, para conexiones de módulos cuando esos cables cumplen con los requerimientos de capacidad de conducción de corriente indicados en 690-8. Se debe referir a 310-15 para determinar la capacidad de conducción de corriente y los factores de corrección por temperatura de los cables.

690-32. Conexión de componentes. Cuando estén aprobados para ese uso, se permiten, accesorios y conectores destinados a quedar ocultos al momento del ensamble en el sitio para la conexión de módulos u otros componentes de los sistemas. Tales accesorios y conectores deben ser adecuados en aislamiento, elevación de temperatura y tolerancia a las corrientes eléctricas de falla al método de alambrado empleado, y deben ser capaces de resistir los efectos del ambiente en que se usen.

690-33. Clavijas o conectores. Los conectores permitidos en 690-32 deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes:

a) **Configuración.** Los conectores deben ser polarizados y tener una configuración que no sea intercambiable con receptáculos de otros sistemas eléctricos del usuario.

b) **Protección.** Los conectores deben estar construidos de forma que protejan a las personas del contacto inadvertido con partes vivas.

c) **Tipo.** Los conectores deben ser de tipo de cierre o seguro.

d) **Elemento de Puesta a Tierra.** El elemento de puesta a tierra del conector acoplable debe ser el primero en hacer contacto y el último en romperlo.

e) **Interrupción del Circuito.** Los conectores deben ser capaces de interrumpir la corriente eléctrica del circuito sin peligro para el operador.

690-34. Acceso a cajas. Las cajas de empalme, de paso y de salida localizadas atrás de los módulos o paneles deben instalarse de forma que el alambrado contenido en ellas pueda hacerse accesible directamente o desplazando uno o varios módulos o paneles montados por fijaciones removibles y conectados por un sistema de alambrado flexible.

E. Puesta a tierra

690-41. Puesta a tierra del sistema. Para una fuente de energía fotovoltaica, un conductor de un sistema de dos conductores especificado a más de 50 V o un conductor neutro de un sistema de tres conductores, deben ser puestos a tierra sólidamente.

Excepción: Se permiten otros métodos que logren un sistema de protección equivalente y que utilicen equipo aprobado e identificado para tal uso.

NOTA - Véase la primera nota en 250-1.

690-42. Punto de conexión de la puesta a tierra del sistema. La conexión de puesta a tierra del circuito de c.c. debe hacerse en un solo punto del circuito de salida fotovoltaica.

NOTA - El sistema queda mejor protegido contra transitorios de sobretensiones por descargas eléctricas atmosféricas si el punto de conexión de puesta a tierra se localiza tan cerca de la fuente fotovoltaica como sea posible.

690-43. Puesta a tierra del equipo. Las partes metálicas de los marcos de los módulos, del equipo y de las envolventes de conductores que no lleven corriente eléctrica, deben ser puestas a tierra sin importar la tensión eléctrica.

690-44. Sistema de electrodo de puesta a tierra. Debe proveerse un sistema de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-81 a 250-86.

690-45. Tamaño nominal del conductor de puesta a tierra del equipo. En sistemas donde la corriente eléctrica de corto circuito disponible de la fuente fotovoltaica sea menor que dos veces la corriente eléctrica especificada del dispositivo de protección contra sobrecorriente, el conductor de puesta a tierra del equipo, no debe ser de menor tamaño nominal al requerido para los conductores del circuito.

En cualquier otro sistema, el conductor de puesta a tierra debe ser calculado de acuerdo con lo indicado en 250-95.

F. Marcado

690-51. Módulos. Los módulos deben marcarse con identificación de las terminales o cables de salida, en cuanto a su polaridad, a la especificación del dispositivo de protección contra sobrecorriente máxima, y con la especificación de: (1) tensión eléctrica de circuito abierto (2) tensión eléctrica de operación (3) tensión eléctrica máxima permisible del sistema (4) corriente eléctrica de operación (5) corriente eléctrica de corto circuito y (6) potencia máxima.

690-52. Fuente de energía fotovoltaica. El instalador debe marcar en el sitio, en un lugar accesible en los medios de desconexión de la fuente de energía fotovoltaica, las especificaciones de:

(1) corriente eléctrica de operación

(2) tensión eléctrica de operación

(3) tensión eléctrica de circuito abierto, y

(4) corriente eléctrica de cortocircuito de la misma fuente.

NOTA - Cuando se utilicen sistemas reflejantes para aumentar la irradiación se debe considerar en el marcado el incremento resultante de los niveles de corriente eléctrica y potencia de salida.

G. Interconexión a otras fuentes de energía

690-61. Pérdida de la tensión eléctrica del sistema. La salida de potencia de la unidad de acondicionamiento de energía en un sistema solar fotovoltaico que es interactivo con otro u otros sistemas eléctricos debe ser automáticamente desconectada de todos los conductores no puestos a tierra de tales sistemas eléctricos al perderse la tensión eléctrica en dichos sistemas y no debe reconectarse a los sistemas eléctricos hasta que aquélla sea restablecida.

NOTA - Para otras fuentes interconectadas de producción de energía eléctrica véase el Artículo 705.

Se permite operar un sistema solar fotovoltaico normalmente interactivo como sistema autónomo para suministro de energía eléctrica a una edificación.

690-62. Capacidad del conductor neutro puesto a tierra. Si una unidad de acondicionamiento de energía monofásica, dos hilos, se conecta al neutro puesto a tierra y a un solo conductor de fase de un sistema de tres hilos o a un sistema trifásico estrella de cuatro hilos, la suma de la carga máxima conectada entre el neutro puesto a tierra y cualquier conductor de fase, más la capacidad de salida de la unidad de acondicionamiento de energía, no debe exceder la capacidad de conducción de corriente del conductor neutro puesto a tierra.

690-63. Conexiones desbalanceadas

a) **Monofásicas.** La salida de una unidad de acondicionamiento de energía monofásica no debe ser conectada a un servicio eléctrico de tres fases, tres o cuatro hilos, derivado directamente de un transformador con conexión delta.

b) **Trifásicas.** Una unidad trifásica de acondicionamiento de energía debe ser desconectada automáticamente de todos los conductores de fase del sistema interconectado cuando se abra una de las fases de cualquier fuente.

Excepción para (a) y (b): Cuando el diseño del sistema interconectado es tal que no resulten tensiones eléctricas desbalanceadas significativas.

690-64. Punto de interconexión. La salida de una fuente de producción de energía debe ser interconectada como se específica en los incisos siguientes:

NOTA - Para los propósitos de esta Sección una fuente de producción de energía se considera como: (1) la salida de una unidad de acondicionamiento de energía cuando esté conectada a una fuente de electricidad de c.a. (2) el circuito de salida fotovoltaica cuando sea interactivo con una fuente de c.c.

a) **Lado del suministro.** Se debe interconectar al lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida como se permite en la Excepción 6 de 230-82.

b) **Lado de la demanda.** Se debe interconectar al lado de la demanda de los medios de desconexión de la acometida de las otras fuentes, si se cumplen las siguientes condiciones:

1) Cada una de las conexiones de las fuentes deben ser hechas a un interruptor automático o a un medio de desconexión de fusibles destinado para ello.

2) La suma de las capacidades de corriente eléctrica de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos que suministran energía a una barra de conexiones o a un conductor no debe exceder la capacidad de la barra de conexiones o del conductor.

Excepción: Para una casa habitación, la suma de las capacidades de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben exceder de 120% la capacidad de la barra de conexiones o del conductor.

3) El punto de conexión debe estar en el lado de la línea de todos los equipos de protección contra falla a tierra.

Excepción: Se permiten conexiones en el lado de la demanda de la protección contra falla a tierra, si se provee una protección contra falla a tierra para el equipo hacia las posibles fuentes de corriente eléctrica de falla a tierra.

4) Los equipos que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en circuitos que suministran energía a una barra de conexiones o a un conductor deben marcarse para indicar la presencia de todas las fuentes.

Excepción: Los equipos con energía suministrada desde un solo punto de conexión.

5) Los equipos como interruptores automáticos, si son retroalimentados deben identificarse para tal operación.

H. Baterías de acumuladores

690-71. Instalación

a) **General.** Las baterías de acumuladores en un sistema solar fotovoltaico deben instalarse de acuerdo con lo previsto en el Artículo 480.

Excepción: Lo previsto en 690-73.

b) **Casas-Habitación**

1) Las baterías para casas-habitación deben tener las celdas conectadas de forma que operen a menos de 50 V.

Excepción: Cuando las partes vivas no estén accesibles durante el mantenimiento rutinario de las baterías, se permite una tensión eléctrica del sistema de baterías de acuerdo con lo indicado en 690-7.

2) Las partes vivas de sistemas de baterías para casas-habitación deben estar protegidas para evitar el contacto accidental por personas u objetos sin importar la tensión eléctrica o tipo de batería.

NOTA - Las baterías en sistemas solares fotovoltaicos están sujetas a ciclos extensos de carga - descarga y típicamente requieren de mantenimiento frecuente, como la verificación del electrolito y la limpieza de las conexiones.

c) **Limitación de corriente eléctrica.** Se debe instalar un dispositivo adecuado de limitación de sobrecorriente en cada circuito adyacente a las baterías, cuando la corriente eléctrica de cortocircuito de la batería o del banco de baterías exceda la corriente de interrupción o de soporte de otros equipos en dicho circuito. La instalación de fusibles limitadores de corriente eléctrica deben cumplir con lo indicado en 690-16.

690-72. Estado de carga. Debe proveerse equipo para controlar el estado de carga de la batería. Todos los medios de ajuste para controlar el estado de carga de la batería deben ser accesibles solamente a personal calificado.

Excepción: Cuando el diseño de la fuente de energía fotovoltaica cumple con los requisitos de capacidad de tensión y corriente eléctricas de carga de las celdas de batería interconectadas.

El controlador de carga en los sistemas fotovoltaicos para electrificación de casas-habitación debe operar en forma automática.

690-73. Puesta a tierra. Las celdas de baterías interconectadas pueden considerarse puestas a tierra cuando la fuente de energía fotovoltaica se instala de acuerdo a la Excepción de 690-41.

690-74. Conexiones de batería. Se permite el uso de cables flexibles dentro de la envolvente de las baterías, como se identifican en el Artículo 400, de tamaño nominal de 67,4 mm^2 (2/0 AWG) y mayores, desde las terminales de la batería a una caja de empalmes cercana, donde deben conectarse por un método adecuado. Se permiten también cables flexibles entre baterías y celdas dentro de la envolvente de baterías. Los cables deben estar aprobados para uso rudo y ser resistentes al ácido y humedad.

ARTICULO 695-BOMBAS CONTRA INCENDIOS

695-1. Alcance

a) **Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de:

1) Las fuentes de energía de suministro y circuitos de conexión para las bombas, y

2) Equipo de interrupción y control de los motores de las bombas.

b) **Exclusiones.** Este Artículo no cubre:

1) El funcionamiento, mantenimiento y pruebas de aceptación de las instalaciones de bombas contra incendios, ni de las conexiones internas de los componentes de dichas instalaciones.

2) Bombas de mantenimiento de presión (auxiliares o de cebado).

695-2. Otros Artículos. La instalación de los cables y equipos para bombas contra incendios debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4 de esta norma.

NOTA: Véase 240-3 a).

Excepción: Las que se permitan en este Artículo.

695-3. Fuentes de suministro de los motores de bombas contra incendios

a) La corriente eléctrica debe llegar a los motores eléctricos de bombas contra incendios a través de uno o más de los siguientes medios:

1) **Acometida.** Cuando el motor reciba energía desde una acometida, debe estar situado e instalado de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daño por los incendios producidos en el interior del edificio o por otros riesgos.

2) **Generadores internos.** Cuando el motor reciba energía de generadores instalados en el edificio, éstos deben estar protegidos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daños por los incendios producidos.

b) Si el motor recibe la energía de otra acometida o de una conexión situada en un punto anterior al medio de desconexión de la acometida, la instalación debe cumplir lo siguiente:

1) Excepción 1 de 230-2.

2) 230-72(b).

3) Excepción 5 de 230-82.

Cuando el motor reciba corriente eléctrica de una conexión situada en un punto anterior al medio de desconexión de la acometida, dicha conexión no debe estar situada en el mismo compartimento en el que esté instalado el medio de desconexión.

c) Los conductores de conexión deben conectar directamente la fuente de suministro a un controlador aprobado para bombas contra incendios.

Excepción 1: Se permite instalar un medio de desconexión y uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la fuente de suministro y el controlador aprobado. Dicho medio de desconexión y dispositivo o dispositivos de sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Los dispositivos de sobrecorriente se deben elegir o programar de modo que soporten indefinidamente la suma de las corrientes eléctricas a rotor bloqueado, de todos los motores de las

bombas contra incendios y de las bombas auxiliares, más la capacidad de corriente eléctrica a plena carga de todos los accesorios eléctricos de las bombas que estén conectados a dicha fuente de suministro.

NOTA: Véase 240-3 a).

b. Los medios de desconexión deben estar aprobados como adecuados para su uso como equipo de la acometida y se deben poder bloquear en posición cerrada.

c. En la parte exterior del medio de desconexión se debe instalar una placa con el mensaje "Medio de desconexión de la bomba contra incendios", en letras de 2,5 cm de alto como mínimo.

d. Al lado del controlador de la bomba contra incendios se debe instalar otra placa que indique la posición del medio de desconexión y lugar de la llave, si el medio la requiere.

e. El medio de desconexión se debe poder supervisar en posición cerrada por uno de los medios siguientes:

1. Por medio de un dispositivo de señales conectado a un puesto central, un puesto remoto o de otro tipo especial.

2. Por medio de un sistema de señales que avise a través de una señal sonora producida en un lugar con vigilancia constante.

3. Bloqueándolo en su posición cerrada.

4. Cuando el medio de desconexión esté situado en locales cercados o en edificios supervisados por el propietario, instalando una forma de sellado en el medio de desconexión e inspeccionándolo semanalmente.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica de suministro sea distinta a la del motor de la bomba, se debe instalar un transformador que cumpla los requisitos indicados en 695-5 y un medio de desconexión y uno o varios dispositivos de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos de la Excepción 1anterior.

695-4. Bombas contra incendios con varias fuentes de suministro

a) Varias fuentes de suministro. Cuando no sea posible disponer de una fuente de suministro eléctrico confiable según se establece en 695-3(a), esto se debe conseguir por medio de:

(1) la combinación de dos o más de los medios anteriormente descritos, o

(2) con uno o más de esos medios y un grupo generador en el sitio. Las fuentes de suministro se deben conectar de modo que un incendio en una de ellas no impida que funcionen las demás.

b) Conexión directa. Los conductores de suministro deben conectar directamente las fuentes de suministro a una combinación aprobada de controlador de bomba y desconectador de transferencia o a un medio de desconexión y a uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos indicados en la Excepción 1 de 695-3(c).

Excepción: Cuando una de las fuentes alternativas de suministro sea un grupo generador instalado en el edificio, el medio de desconexión y los dispositivos de sobrecorriente de dichos conductores se deben elegir o programar para que permitan la transferencia instantánea y el funcionamiento de todos los motores de las bombas.

695-5. Transformadores

a) Capacidad admisible. Cuando se utilice un transformador exclusivamente para una instalación de bombas contra incendios, su capacidad nominal debe ser como mínimo 125% de la siguiente cantidad:

1) La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas, más

2) La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas auxiliares que estén conectados al mismo circuito, más

3) La corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas que estén conectados al mismo circuito.

NOTA: Para la selección de las corrientes a plena carga de los motores, véase lo establecido en la Sección 430-6.

b) Protección contra sobrecorriente

1) No se permite instalar protección contra sobrecorriente en el secundario.

2) Se permite seleccionar o programar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario a 600% de la corriente eléctrica nominal a plena carga del transformador. Ese valor debe bastar para transportar indefinidamente una corriente eléctrica equivalente a la del secundario del transformador, es decir, la suma de:

a. La corriente eléctrica a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas.

b. La corriente eléctrica a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas auxiliares que estén conectados al mismo circuito.

c. La corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas que estén conectados al mismo circuito.

NOTA: Los motores deben ser de diseño B y para las corrientes a rotor bloqueado de los motores de 3,75 kW (5 CP) tomar la letra de código J, para 5,60 kW y 7,50 kW (7,5 CP y 10 CP) la letra de código H y para 11,2 kW (15 CP) y mayores, la letra de código G, ver las tablas 430-7 b) y 430-151b), para referencias

695-7. Ubicación del equipo

a) Ubicación de los controladores y del desconectador de transferencia. Los controladores de los motores eléctricos de las bombas y de los desconectadores de transferencia, deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

b) Ubicación de los controladores de otros motores. Los controladores de los demás motores eléctricos deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

c) Almacenamiento de baterías. Las baterías de los motores diesel deben estar en un estante sobre el suelo, o bien sujetas y situadas donde no estén expuestas a temperatura excesiva, vibraciones, daño mecánico o al agua.

d) Partes energizadas de equipo. Todas las partes de equipo que puedan estar energizadas deben estar situadas a 30 cm como mínimo sobre el nivel del suelo.

e) Controladores y desconectadores de transferencia. Los controladores de motores y los desconectadores de transferencia deben estar situados o protegidos para que no les llegue el agua procedente de las bombas o de sus conexiones.

f) Equipo de mando. Todos los equipos de control de las bombas contra incendios deben estar sujetos a estructuras de material no combustible.

695-8. Alambrado

a) Conductores de suministro. Los conductores de suministro deben instalarse por la parte exterior de las construcciones y tratarse como conductores de la acometida, de acuerdo con las disposiciones del Artículo 230 de esta norma. Cuando no puedan instalarse por fuera del edificio, se permite instalarlos por dentro, siempre que estén enterrados o encerrados bajo concreto de un espesor mínimo de 50 mm, como lo establece el Artículo 230.

Excepción 1: Se permite que los conductores de suministro de las bombas contra incendios a los que se refiere la Excepción 1 de 695-3(c), pasen a través del edificio si están conectados a sistemas de protección aprobados con clasificación a prueba de flama de una hora como mínimo. Esas instalaciones deben cumplir las limitaciones establecidas para la aprobación de dichos sistemas.

Excepción 2: Los conductores de suministro que haya en el cuarto de distribución del que se deriven y el cuarto de máquinas de las bombas.

b) Métodos de alambrado. Todos los cables que vayan desde los controladores de los motores de las bombas hasta dichos motores, deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, metálico flexible a prueba de líquidos o ser cables de Tipo MI.

c) Conductores. Los conductores deben estar protegidos solamente contra cortocircuito según se permita o exija en lo siguiente:

1) Excepción 4 de 230-90(a)

2) Excepción de 230-94

3) Excepción 2 de 230-95

4) Sección 230-208.

5) Sección 240-3(a).

6) Excepción 2 de 240-13

7) Sección 430-31.

8) Excepción 4 de 430-72(b)

9) Excepción 5 de 430-72(c).

Excepción: Los conductores entre las baterías y el motor.

d) **Controladores de las bombas contra incendios.** Los controladores de las bombas contra incendios no se deben usar como cajas de empalmes para conectar a otro equipo. Tampoco se deben conectar a los controladores de las bombas contra incendios, los conductores de suministro de las bombas auxiliares.

e) **Tensión eléctrica en las terminales de la red.** Cuando se pongan en marcha los motores, la tensión eléctrica de las terminales de la red en el control no debe caer más de 15% por debajo de su valor normal (tensión eléctrica nominal del controlador). Cuando el motor funcione a 115% de su corriente eléctrica a plena carga, la tensión eléctrica en las terminales del motor no debe caer más de 5% de la tensión eléctrica nominal del motor.

Excepción: Esta limitación no se aplica a la puesta en marcha de emergencia por medios mecánicos.

f) **Requisitos de alambrado.** Todos los cables entre los controladores de los motores y las baterías, se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante del motor y del controlador. Estos cables deben protegerse contra daño físico.

695-9. Cables de control

a) **Circuitos conectados exteriormente a los controladores.** Los circuitos externos de control deben instalarse de manera que la falta de uno de ellos (circuito abierto o cortocircuito) no impida el funcionamiento de la bomba por otros medios internos o externos. La apertura, desconexión, cortocircuito o corte de corriente eléctrica en estos circuitos, pueden hacer que la bomba siga funcionando continuamente, pero no deben impedir que el controlador o controladores pongan en marcha la bomba por causas distintas a estos circuitos externos de control.

b) **Instalación de sensores.** No se deben instalar sensores de baja tensión eléctrica, de pérdida de fase, de cambios de frecuencia u otros que impidan automática o manualmente el funcionamiento del circuito del motor.

c) **Dispositivos remotos.** No se deben instalar dispositivos remotos que impidan el funcionamiento automático del desconectador de transferencia.

d) **Alambrado en el sitio.** Todos los conductores entre el controlador y el motor no eléctrico, deben ser cableados y tener una capacidad de conducción de corriente que les permita transportar continuamente toda la carga o corriente eléctrica de control necesaria, según las instrucciones del fabricante del controlador. Los cables deben estar protegidos contra daño físico. En cuanto a la separación y tamaño nominal de los cables, se deben seguir las instrucciones del fabricante del control.

e) **Métodos de alambrado.** Todos los cables de control de los motores eléctricos de bombas contra incendios deben ir instalados en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, metálico flexible a prueba de líquidos, o ser cables de Tipo MI.

4.7 CONDICIONES ESPECIALES

CAPITULO 7

ARTICULO 700-SISTEMAS DE EMERGENCIA

A. Disposiciones generales

700-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, para la operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos, destinados para alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o energía, o ambos, cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal de energía eléctrica.

Los sistemas de emergencia son aquéllos requeridos por Ley y clasificados como emergentes por reglamentaciones, decretos o legislaciones federales o municipales vigentes. Estos sistemas son utilizados para suministrar automáticamente iluminación o energía, o ambos, áreas y equipos en caso de falla del suministro normal de energía eléctrica, o en caso de accidente en los componentes de un sistema destinado para suministrar, distribuir y controlar la energía y alumbrado esenciales para la seguridad de la vida humana.

NOTA 1: Para más información sobre los requisitos en instalaciones para áreas de atención a la salud, véase el Artículo 517.

NOTA 2: Para más información sobre el desempeño y mantenimiento de sistemas de emergencia en instalaciones para áreas de atención a la salud, véase Apéndice B2.

NOTA 3: Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reunión donde la iluminación artificial es necesaria para asegurar la salida o para controlar el pánico en edificios de concentración de personas, tales como hoteles, teatros, canchas deportivas, centros comerciales, áreas de atención a la salud o lugares similares. Los sistemas de emergencia también pueden suministrar energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para la seguridad de la vida humana, sistemas de alarmas y detección de incendios, elevadores, bombas para equipo contra incendio, sistemas de comunicación de seguridad pública, procesos industriales, donde la interrupción de la corriente podría producir serios peligros para la seguridad de la vida humana o riesgos para la salud, y otras funciones similares.

NOTA 4: Para la especificación sobre los lugares donde los sistemas de emergencia se consideran esenciales para la seguridad de la vida humana, véase el Apéndice B2.

NOTA 5: Para más información sobre desempeño de sistemas de emergencia y de reserva, véase el Apéndice B2.

700-2. Otros artículos aplicables. Los sistemas de emergencia deben cumplir con las disposiciones aplicables de esta norma, excepto lo modificado por este Artículo.

700-3. Aprobación del equipo. Todo equipo utilizado en los sistemas de emergencia debe estar aprobado para este uso.

700-4. Pruebas y mantenimiento

a) Realización o verificación de la prueba. Debe realizarse o verificarse una prueba con carga del sistema completo al instalarse, y después periódicamente.

b) Pruebas periódicas. Los sistemas deben probarse periódicamente bajo un programa, para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas.

c) Mantenimiento de sistemas de baterías. Donde haya sistemas de baterías o unidades de equipo, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque, control o ignición de máquinas auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.

d) Registros escritos o bitácora. Debe mantenerse un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

e) Prueba con carga. Debe proveerse de medios para probar todos los sistemas de emergencia de alumbrado y energía, durante las condiciones de carga máxima previstas.

700-5. Capacidad del sistema

a) Capacidad y régimen. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y régimen adecuado para que puedan funcionar simultáneamente con todas las cargas. El equipo del sistema de emergencia debe ser adecuado para soportar la máxima corriente eléctrica de falla disponible en sus terminales.

b) Sistema selectivo de carga y desconexión de carga. Se permite que la fuente de energía alterna suministre a los sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y a los de reserva opcional, cuando se proporcione una selección automática de la carga al arranque y desconexión de carga de la forma necesaria para garantizar suministro adecuado para:

(1) los circuitos de emergencia;

(2) los circuitos de reserva legalmente exigidos;

(3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad.

Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permite utilizar la fuente de alimentación alterna para limitar los picos de carga. Para efectos de satisfacción de los requisitos de prueba de acuerdo con la Sección 700-4 (b), se permite la operación de limitación de picos de carga, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de la Sección 700-4. Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio para mantenimiento o reparaciones mayores, debe haber una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o provisional.

700-6. Equipo de transferencia

a) El equipo de transferencia, incluyendo los desconectadores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado. El equipo de transferencia, debe diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y de emergencia, al realizar cualquier manipulación del equipo de transferencia.

b) Se permite el uso de medios para conectar en derivación y aislar físicamente el equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectadores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.

c) Los desconectadores de transferencia automática deben operarse eléctricamente y retenerse mecánicamente.

(d) El equipo de transferencia debe alimentar sólo a cargas de emergencia.

700-7. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual, para los propósitos siguientes:

a) Avería. Para indicar avería de la fuente de emergencia.

b) Alimentación de carga. Para indicar que la batería o el generador están funcionando con carga.

c) No funcionando. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

d) Falla a tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas en estrella puestos a tierra, de más de 150 V a tierra y con dispositivos de protección de circuitos para corriente nominal de 1 000 A o mayor. El sensor para los dispositivos de señalización de falla a tierra debe estar ubicado en el medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia o antes de éste, y su ajuste máximo del dispositivo de señalización para la corriente de falla a tierra debe ser de 1 200 A. Debe colocarse lo más cerca posible en el lugar del sensor, las instrucciones que deben seguirse, en caso de producirse una falla a tierra.

NOTA: Para información adicional sobre los avisos de los grupos generadores véase el apéndice B2.

700-8. Avisos

a) Fuentes de emergencia. Debe colocarse un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia.

Excepción: No es necesario instalar avisos en los equipos unitarios individuales, como se indica en 700-12 (e).

b) Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de emergencia se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente de emergencia, cerca del electrodo debe haber un aviso que identifique las fuentes normales y de emergencia que estén conectadas a ese conductor.

B. Alambrado de circuitos

700-9. Alambrado del sistema de emergencia

a) Identificación. Todas las cajas y envolventes de los circuitos de emergencia (incluyendo desconectadores de transferencia, generadores y tableros de distribución) deben marcarse permanentemente de forma que puedan identificarse fácilmente como pertenecientes a un sistema o circuito de emergencia.

b) Alambrado. A menos que se permita otra cosa en los incisos siguientes (1) a (4), el alambrado desde la fuente de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente del sistema de distribución de emergencia hasta las cargas del sistema de emergencia, debe mantenerse completamente independiente de cualquier otro alambrado y equipos. Se permite el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados por la misma fuente en la misma canalización, cable, caja o gabinete.

(1) En las envolventes de los equipos de transferencia se permite ubicar el alambrado de la fuente de alimentación normal.

(2) Se permite alambrado alimentado desde dos fuentes en los accesorios de alumbrado de las salidas o de emergencia.

(3) En una caja de empalme común, unida a accesorios de alumbrado de las salidas o de emergencia, se permite alambrado alimentado desde dos fuentes.

(4) Se permite el alambrado, en una caja de empalme común unida a un equipo unitario, y que contenga únicamente el circuito derivado que alimenta ese equipo y el circuito de emergencia alimentado por el mismo.

(c) Diseño y ubicación del alambrado. Los circuitos del alambrado de emergencia deben diseñarse y ubicarse de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, congelamiento, vandalismo y otras condiciones adversas.

d) Protección contra incendios. En los inmuebles donde pueda haber más de 1 000 personas o en edificios que tengan más de 23 m de altura y que estén dedicadas a cualquiera de las actividades siguientes: reuniones, educativas, comerciales o de oficinas, viviendas, residencial, negocios, centros de detención y correccionales, los sistemas de emergencia deben cumplir además los requisitos siguientes:

1) El alambrado del circuito alimentador deben cumplir con una de las condiciones siguientes:

a) Estar instalado en edificios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios aprobados.

b) Sistema de protección del circuito eléctrico, con una resistencia nominal al fuego de mínimo una ahora, aprobado.

c) Estar protegido por un sistema de barrera térmica certificado para componentes eléctricos del sistema.

d) Estar protegido mediante un ensamble de resistencia nominal al fuego mínima de 1 h.

e) Encontrarse embebido en mínimo 50 mm de concreto.

f) Ser un cable aprobado para mantener la integridad del circuito durante mínimo 1 h al instalarse de acuerdo con los requisitos de la certificación.

2) El equipo para el circuito alimentador (incluidos los desconectadores de transferencia, transformadores, tableros de distribución, y similares) debe instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, entre otros) o debe formar una instalación protegida con una clasificación resistente al fuego de 1 h.

NOTA: Para información adicional sobre la definición de la clase de inmueble, véase apéndice B2.

C. Fuentes de alimentación

700-12. Requisitos generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 10 s. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos (a) hasta (d) siguientes. El equipo unitario que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (e), debe cumplir con los requisitos aplicables de ese Artículo.

En la selección de la fuente de alimentación para emergencia, debe tenerse en cuenta el tipo de actividad desarrollada en el edificio y el tipo de servicio que haya que prestar; si es de corta duración, como para la evacuación de un teatro, o de larga duración, como suministrar el alumbrado y la alimentación de emergencia durante un periodo indefinido de tiempo debido a una falla producida dentro o fuera de un edificio.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que pueden causar fallas totales de los mismos, debidas a inundaciones, incendios, congelamiento o vandalismo.

En lugares de reunión en las que pueda haber más de 1 000 personas o en edificios que tengan más de 23 m de altura y que estén dedicadas a cualquiera de las actividades siguientes: reuniones, educativas, residenciales, detención y correccionales, comerciales o de oficinas, viviendas, negocios o centros de rehabilitación; los equipo de las fuentes de alimentación, tales como se describen en los siguientes incisos (a) a (d), deben instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios aprobados (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, y similares) o en espacios con resistencia al fuego de 1h.

NOTA: La asignación del grado de confiabilidad del sistema de suministro de alimentación de emergencia, depende de una evaluación de las variables de cada instalación en particular.

a) **Baterías.** Las baterías utilizadas como fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de régimen y capacidad para suministrar y mantener la carga total, durante un periodo de por lo menos 1,5 h, sin que la tensión eléctrica aplicada a la carga caiga por debajo de 87,5% de lo normal.

Las baterías, ya sean de tipo ácido o alcalino, deben diseñarse y construirse para servicio de emergencia y ser compatibles con el tipo de cargador que se haya instalado en ese sistema particular.

Para las baterías selladas (que no requieren mantenimiento), no se necesita que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de tipo plomo-ácido, que necesitan añadirles agua, deben proveerse de cajas transparentes o translúcidas. No deben utilizarse baterías de uso automotor.

La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

b) **Grupo generador**

1) Un grupo generador accionado por una fuente primaria y su capacidad debe estar de acuerdo con 700-5. Debe proveerse los medios necesarios para el arranque automático de la fuerza primaria en una falla en el servicio normal y para la transferencia y operación automática de todos los circuitos eléctricos requeridos. Debe proveerse un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 min para impedir la retransferencia en caso de restablecimiento, en un corto tiempo del suministro normal.

2) Cuando se empleen motores de combustión interna como la fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo predio, suficiente para que el sistema de emergencia pueda funcionar a plena carga durante 2 h como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para la operación de las bombas de transferencia de combustible a fin de suministrar combustible al tanque de alimentación directa del grupo generador, dichas bombas deben conectarse al sistema de alimentación de emergencia.

3) Las fuentes primarias no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan sistemas de doble alimentación de combustible, deben instalarse medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permite el uso adicional de combustible del servicio público que no esté en el sitio, cuando exista una baja probabilidad de falla simultánea del combustible suministrado externamente y el suministro de energía eléctrica.

4) Cuando se utilicen baterías para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para la fuente primaria, deben adecuarse para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando requiera un cargador de baterías para la operación de un grupo generador, dicho cargador debe conectarse al sistema de emergencia. Cuando se requiera potencia para la operación de las compuertas empleadas para ventilar el grupo generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.

5) Deben aceptarse los grupos generadores que tarden más de 10 s para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de alimentación, que energice el sistema de emergencia hasta que el generador pueda tomar la carga.

c) **Sistemas de alimentación ininterrumpible.** Los sistemas de alimentación ininterrumpible (UPS), utilizadas para suministrar energía a sistemas de emergencia, deben cumplir con lo establecido en 700-12 (a) y (b).

d) **Acometida independiente.** Cuando lo acepte la empresa suministradora, se permite instalar una acometida eléctrica independiente para uso de emergencia. Esta acometida puede ser aérea o subterránea, y debe cumplir con lo establecido en el Artículo 230, separada tanto eléctrica como físicamente de la acometida del servicio normal, con el objeto de disminuir al mínimo la posibilidad de una interrupción simultánea del suministro.

e) **Equipo unitario.** El equipo unitario individual para alumbrado de emergencia debe estar conformado por lo siguiente:

(1) una batería recargable;

(2) los medios para la carga de la batería;

(3) la instalación para una o más lámparas montadas en el equipo y, opcionalmente, terminales para lámparas remotas; y

(4) un relevador para energizar automáticamente a las lámparas, al fallar el suministro normal al equipo unitario.

La batería debe ser de características nominales y capacidad suficiente para alimentar y mantener como mínimo de 87,5% de la tensión eléctrica nominal de la batería, para la carga total de las lámparas asociadas a la unidad durante un periodo mínimo de 1,5 h, o el equipo unitario deben alimentar y mantener un mínimo del 60% del alumbrado inicial de emergencia por un periodo de 1,5 h como mínimo. Las baterías del tipo ácido o alcalino deben diseñarse y fabricarse para el servicio de emergencia.

El equipo unitario debe estar fijo permanentemente en su lugar (no-portátiles), y todo el alambrado que vaya a cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3. Las conexiones con cordón flexible y clavija pueden usarse, siempre que la longitud del cordón no sea mayor que 1 m. El circuito derivado que alimenta al equipo unitario debe ser el mismo circuito derivado que alimente al alumbrado normal del área, estar claramente identificado en el tablero de distribución y debe estar conectado antes de cualquier interruptor. En el tablero de distribución debe identificarse claramente cuál es el circuito derivado que alimenta al equipo unitario. Los luminarios de emergencia que reciban su alimentación de un equipo unitario y que no formen parte de él, deben estar alambrados al equipo unitario como se indica en 700-9 y por uno de los métodos indicados en el Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y sin divisiones, con un mínimo de tres circuitos de alumbrado normal, se permite instalar un circuito derivado separado para equipos unitarios, si éste se origina desde el mismo tablero de alumbrado y control que los circuitos normales de alumbrado y que esté provisto de un dispositivo de bloqueo.

D. Circuitos de emergencia para alumbrado y fuerza

700-15. Cargas en circuitos derivados de emergencia. A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse aparatos eléctricos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en estos servicios.

700-16. Alumbrado de emergencia. El alumbrado de emergencia debe incluir todos los medios necesarios para el alumbrado de las salidas, las señales indicadoras de las salidas y todas las demás luces específicas necesarias para conseguir un alumbrado adecuado.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben diseñarse e instalarse de forma que la falla de un elemento cualquiera del alumbrado, como es el caso de una lámpara fundida, no pueda dejar en total oscuridad al área que requieran alumbrado de emergencia.

En sistemas de alumbrado con lámparas de descarga de alta intensidad, como de vapor de sodio, vapor de mercurio y aditivos metálicos, de alta y baja presión, que constituyen la única fuente de alumbrado normal, el sistema de alumbrado de emergencia debe estar diseñado para que funcione por un tiempo adicional, hasta que el alumbrado normal se restaure.

Excepción: Se permiten, otros medios alternativos, que aseguren que el nivel de alumbrado de emergencia se mantenga mientras se restaura el sistema normal.

700-17. Circuitos para alumbrado de emergencia. Los circuitos derivados de alumbrado de emergencia deben instalarse de forma que reciban el suministro de una fuente de energía, como se indica en 700-12, cuando se interrumpe el suministro de alumbrado normal. El suministro debe obtenerse por alguno de los medios siguientes:

(1) de una fuente de energía independiente del sistema general de alumbrado, provista con el equipo necesario para la transferencia automática, cuando falle el suministro normal; o

(2) dos o más sistemas separados y completos con fuentes de suministro independientes de tal manera que cada uno produzca corriente suficiente para el alumbrado de emergencia.

A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantengan encendidos simultáneamente, debe instalarse un medio que encienda automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los circuitos de iluminación de emergencia están instalados de acuerdo con las disposiciones generales de otras secciones de este Artículo, se permite que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general de la instalación protegida.

700-18. Circuitos para energía de emergencia. Los circuitos derivados que alimenten equipo clasificado como de emergencia, deben contar con una fuente de alimentación a la cual pueda transferirse automáticamente la carga de esos equipos cuando falle el suministro normal.

E. Control de los circuitos del alumbrado de emergencia

700-20. Requisitos para los desconectadores. El desconectador o desconectadores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia deben instalarse de forma tal que solamente personas autorizadas tengan acceso al control del alumbrado de emergencia.

Excepción 1: Cuando dos o más desconectadores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, por lo menos uno de estos desconectadores debe ser accesible solamente a personas autorizadas.

Excepción 2: Se permiten desconectadores adicionales que puedan solamente encender el alumbrado de emergencia, pero no para apagarlos.

No deben instalarse desconectadores conectados en serie ni de 3 o 4 vías.

700-21. Localización de los desconectadores. Todos los desconectadores manuales que controlen circuitos de emergencia, deben ubicarse en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control. En lugares de reunión, como es el caso de un cine o teatro, debe ubicarse un desconectador para controlar el alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en un lugar fácilmente accesible desde el mismo.

En ningún caso los interruptores del alumbrado de emergencia de un cine, teatro o lugar de reunión se deben instalar en la cabina de proyección, ni en el escenario ni en el estrado.

Excepción: Cuando se instalen desconectadores múltiples, se permite que uno de ellos esté ubicado en dichos lugares, dispuestos de forma que solamente puedan energizar al circuito, pero no lo puedan desenergizar.

700-22. Alumbrado exterior. Se permite que el alumbrado exterior de un edificio, que no se requiera para iluminar cuando haya suficiente luz de día, se puede controlar por medio de un dispositivo automático activado por la luz de día.

F. Protección contra sobrecorriente

700-25. Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados en circuitos de emergencia, deben ser accesibles solamente a personas calificadas.

NOTA - Si en los circuitos de emergencia se instalan fusibles e interruptores automáticos, coordinados de modo que se despejen selectivamente las corrientes de falla, se incrementa la confiabilidad general del sistema.

700-26. Protección por falla a tierra del equipo. La fuente alterna de los sistemas de emergencia no requiere protección por falla a tierra del equipo con medios de desconexión automática. La indicación de un dispositivo por falla a tierra, debe instalarse según lo establecido en 700-7(d) para la fuente de emergencia.

ARTICULO 701-SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS

A. Disposiciones generales

701-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requeridos, constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para las instalaciones exigidas de alumbrado, fuerza o ambas, cuando es interrumpido el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

NOTA: Para más información sobre el funcionamiento de los sistemas eléctricos de emergencia y de reserva, véase Apéndice B2.

701-2. Sistemas de reserva legalmente requeridos. Los sistemas de reserva legalmente requeridos son aquellos sistemas exigidos y clasificados por leyes municipales, estatales, departamentales o nacionales o por otras regulaciones o por otro organismo gubernamental competente. Estos sistemas tienen por objeto suministrar automáticamente energía de alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como de emergencia), en el caso de falla de la fuente del suministro normal.

NOTA - Los sistemas de reserva legalmente requeridos, son aquellos que se instalan normalmente para servir cargas tales como: sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones, sistemas de ventilación y extracción de humo, sistemas de drenaje, sistemas de alumbrado y procesos industriales que, en el caso de falla del suministro normal de energía eléctrica, pueden ocasionar riesgos o dificultar las operaciones de extinción de incendios y de rescate.

701-3. Aplicación de otros Artículos. A excepción de lo modificado en este Artículo, los sistemas de reserva legalmente requeridos deben cumplir con otras disposiciones de esta norma.

701-4. Aprobación de equipo. Todo equipo instalado en estos sistemas debe estar aprobado para este uso específico.

701-5. Pruebas y mantenimiento para sistemas de reserva legalmente requeridos

a) **Realización o verificación de la prueba.** Debe realizarse o verificarse una prueba del sistema completo al instalarse.

b) **Pruebas periódicas.** Los sistemas de reserva legalmente exigidos deben probarse periódicamente, bajo un programa, con objeto de asegurar que los sistemas mantienen las condiciones de funcionamiento apropiadas.

c) **Mantenimiento de sistemas de baterías.** Donde haya sistemas de baterías, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque, control o ignición de máquinas auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.

d) **Registros escritos o bitácora.** Debe mantenerse un registro escrito o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

e) **Pruebas con carga.** Deben proveerse de medios para probar todos los sistemas de reserva legalmente requeridos, durante las condiciones de carga máxima previstas.

701-6. Capacidad y régimen. Un sistema de reserva legalmente requerido debe tener la capacidad y régimen adecuado para que puedan funcionar simultáneamente con todas las cargas. Los equipos del sistema de reserva legalmente requeridos deben ser adecuados para soportar la máxima corriente eléctrica de falla disponible en sus terminales.

Se permite que la fuente de energía alterna suministre a los sistemas de reserva legalmente requerido y las cargas del sistema de reserva opcionales, cuando se proporcione una selección automática de la carga al arranque y desconexión de carga de la forma necesaria para garantizar el suministro adecuado al sistema de reserva legalmente requerido.

701-7. Equipo de transferencia

a) El equipo de transferencia, incluyendo los desconectadores automáticos de transferencia, debe ser automático estar identificado para uso como equipo de reserva. El equipo de transferencia, debe diseñarse e instalarse para prevenir la inadvertida de las fuentes de alimentación normal y de reserva al realizar cualquier manipulación de dicho equipo de transferencia.

b) Se permite el uso de medios para conectar en derivación y aislar físicamente el equipo del equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectadores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.

(c) Los desconectadores de transferencia automática deben operarse eléctricamente y retenerse mecánicamente.

701-8. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual para los propósitos siguientes:

a) **Avería.** Para indicar avería del sistema de reserva.

b) **Alimentación de carga.** Para indicar que la fuente de reserva está funcionando con carga.

c) **No funcionando.** Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

NOTA: Para más información sobre las señales de los grupos generadores véase, Apéndice B2.

701-9. Avisos

a) Equipo de reserva obligatorio. Debe colocarse un aviso en la entrada de acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva legalmente requeridas.

Excepción: No es necesario instalar avisos en los equipos unitarios individuales, como se indica en la Sección 701-11(f).

b) Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de reserva se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente de emergencia, cerca del electrodo debe haber un aviso que identifique las fuentes normales y de emergencia que estén conectadas a ese conductor.

B. Alambrado de circuitos

701-10. Alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos. Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes junto con otro alambrado general.

C. Fuentes de alimentación

701-11. Sistemas de reserva legalmente requeridos. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado o la energía del sistema de reserva legalmente requerido, está disponible dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 60 s. El sistema de suministro para los sistemas de reserva legalmente requeridos, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los sistemas señalados en los incisos (a) hasta (e) siguientes. El equipo unitario que esté de acuerdo con lo indicado en 701-11(f) debe cumplir con los requisitos de ese Artículo.

En la selección de la fuente de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos, debe tenerse en cuenta el tipo de actividad desarrollada en el edificio y el tipo de servicio que haya que prestar, por ejemplo si es de corta o larga duración.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que reduzcan al mínimo los riesgos que pueden causar las fallas totales del sistema debidas a inundaciones, incendios, formación de hielo o vandalismo.

NOTA - La asignación del grado de confiabilidad del sistema de reserva legalmente requerido, depende de una cuidadosa evaluación de las variables de cada instalación en particular.

a) Baterías. Las baterías utilizadas como fuente de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos, deben ser de régimen y capacidad adecuados para suministrar y mantener la carga total de los circuitos que suministran alimentación de reserva legalmente requerida, sin que la tensión caiga a menos del 87,5% de la tensión del sistema, durante 1,5 h como mínimo.

Las baterías, ya sean de tipo ácido o alcalino, deben diseñarse y construirse de modo tal que cumplan los requisitos del servicio de emergencia, y deben ser compatibles con el tipo de cargador que haya instalado en ese sistema en particular.

Para las baterías selladas (que no requieren mantenimiento), no se necesita que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de tipo plomo-ácido que necesitan añadirles agua, deben proveerse de cajas transparentes o translúcidas. No deben utilizarse baterías de uso automotor.

La instalación debe contar con un medio de carga automático de las baterías.

b) Grupo generador

1) Un grupo generador accionado por una fuente primaria y su capacidad, debe estar de acuerdo lo indicado en 701-6. Debe proveerse los medios necesarios para el arranque automático de la fuerza primaria cuando falle el suministro normal y para la transferencia y operación automática de todos los circuitos eléctricos requeridos. Debe proveerse un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 min para impedir la retransferencia en caso de restablecimiento, en un corto tiempo del suministro normal.

2) Cuando se empleen motores de combustión interna como fuerza primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustibles en el mismo predio, suficiente para que el sistema de reserva pueda funcionar a plena carga durante 2 h como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para la operación de las bombas de transferencia de combustible a fin de suministrar combustible al tanque de alimentación directa del grupo generador, dichas bombas deben conectarse al sistema de alimentación de emergencia.

3) La fuerza primaria no debe depender exclusivamente del servicio público para su alimentación de gas para su provisión de combustible, ni de la fuente pública de agua para el enfriamiento del sistema. Si se utilizan sistemas de doble alimentación de combustible, deben instalarse medios para transferir automáticamente de un suministro de combustible a otro.

Excepción: Se permite el uso adicional de combustible del servicio público que no esté en el sitio, cuando exista una baja probabilidad de falla simultánea del sistema de suministro externo de combustible.

4) Cuando se utilicen baterías para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para la fuente primaria, deben adecuarse para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando requiera un cargador de baterías para la operación de un grupo generador, dicho cargador debe conectarse al sistema de emergencia. Cuando se requiera potencia para la operación de las compuertas empleadas para ventilar el grupo generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.

c) Sistemas de alimentación ininterrumpible. Los sistemas de alimentación ininterrumpible (UPS) utilizadas para suministrar energía a los sistemas de reserva legalmente requeridos, deben cumplir con lo establecido en 701-11 (a) y (b).

d) Acometida independiente. Cuando lo acepte la empresa suministradora, se permite instalar una acometida eléctrica independiente para uso de emergencia. Esta acometida puede ser aérea o subterránea y debe cumplir con lo establecido en el Artículo 230, separada tanto eléctrica como físicamente de la acometida del servicio normal, con el objeto de disminuir al mínimo la posibilidad de una interrupción simultánea del suministro.

e) Conexión antes de los medios de desconexión de la acometida. Cuando lo permita la empresa suministradora, se permiten conexiones antes de los medios de desconexión de la acometida normal, pero no en el mismo medio. La acometida de reserva legalmente requerida debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión de la acometida normal, para evitar la interrupción simultánea del suministro, debido a una falla dentro del edificio o grupo de edificios afectados.

NOTA: Para mayor información sobre equipo permitido en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida, véase 230-82.

f) Equipo unitario. El equipo unitario individual para alumbrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos debe incluir:

1) una batería recargable;

2) los medios para la carga de la batería;

3) la instalación para una o más lámparas montadas en el equipo y, opcionalmente, terminales para lámparas remotas; y

4) un relevador para energizar automáticamente a las lámparas, al fallar el suministro normal al equipo unitario.

La batería debe ser de características nominales y capacidad suficiente para alimentar y mantener, como mínimo de 87,5% de la tensión eléctrica nominal de la batería, para la carga total de las lámparas asociadas a la unidad durante un periodo mínimo de 1,5 h, o el equipo unitario deben alimentar y mantener un mínimo del 60% del alumbrado inicial de reserva legalmente requerido, por un periodo de 1,5 h como mínimo. Las baterías del tipo ácido o alcalino deben diseñarse y fabricarse de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

El equipo unitario debe instalarse permanentemente fijo en su lugar (no-portátiles), y todo el alambrado que vaya a cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3. Las conexiones con cordón flexible y clavija pueden usarse, siempre que la longitud del cordón no sea mayor que 1 m. El circuito derivado que alimenta al equipo unitario debe ser del mismo circuito derivado que alimenta al alumbrado normal del área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Los luminarios que reciban su alimentación de un equipo unitario y que no formen parte de él, deben estar alambrados al equipo unitario por uno de los métodos indicados en el Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y sin divisiones, alimentada por un mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permite instalar un circuito derivado separadamente para equipos unitarios que inicie en el mismo tablero de alumbrado y control que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de bloqueo en su posición de encendido.

D. Protección contra sobrecorriente

701-15. Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados en circuitos de reserva legalmente requeridos, deben ser accesibles únicamente a personas calificadas.

701-17. Protección por falla a tierra del equipo. La fuente alterna de alimentación de los sistemas de reserva legalmente requeridos, no requiere protección por falla a tierra del equipo.

ARTICULO 702-SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

A. Disposiciones generales

702-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación y operación de los sistemas de reserva opcionales.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, incluyendo la fuerza primaria.

702-2. Sistemas de reserva opcionales. Los sistemas de reserva opcionales tienen por objeto proteger negocios o propiedades públicas o privadas, donde la seguridad de la vida humana no depende del funcionamiento de estos sistemas. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en sitio a determinadas cargas, en forma manual o automática.

NOTA - Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para proveer una fuente alternativa de energía eléctrica en instalaciones tales como edificios comerciales e industriales, granjas y residencias, así como para abastecer cargas de sistemas de calefacción, refrigeración, sistemas de procesamiento de datos, comunicaciones y procesos industriales; en los cuales una falla del suministro normal de energía eléctrica puede ocasionar incomodidad, interrupción graves de un proceso, daños a productos o procesos en curso, o situaciones similares.

702-3. Aplicación de otros Artículos. A excepción de lo modificado en este Artículo, los sistemas de reserva opcionales deben cumplir con otras disposiciones de esta norma.

702-4. Aprobación de equipo. Todo equipo instalado en estos sistemas debe estar aprobado para este uso específico.

702-5. Capacidad y régimen. Un sistema de reserva opcional debe tener la capacidad y régimen adecuado para la alimentación de todo el equipo proyectado para funcionar simultáneamente. El equipo del sistema de reserva opcional debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en sus terminales. Se permite que el usuario del sistema de reserva opcional elija las cargas que quiera conectar al sistema.

702-6. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia debe ser adecuado para el uso previsto y diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y la alterna al realizar cualquier operación.

Se permite que el equipo de transferencia, conectado después del dispositivo de protección del circuito derivado, contenga otros dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, con corriente de interrupción suficiente para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en las terminales de generador.

702-7. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual, para los propósitos siguientes:

a) **Avería.** Para indicar avería del sistema de reserva opcional.

b) **Alimentación de carga.** Para indicar que la fuente de reserva está funcionando con carga.

702-8 Avisos

a) **Equipo de reserva.** Debe colocarse un aviso en la entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva opcional ubicadas en el lugar. No se requiere instalar avisos en los equipos unitarios individuales para alumbrado de reserva.

b) **Puesta a tierra.** Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de alimentación de emergencia esté conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar lejano o remoto de la fuente de emergencia, cerca del electrodo debe haber un aviso que identifique a todas las fuentes de alimentación normales y de emergencia que estén conectadas a ese conductor.

B. Alambrado de circuitos

702-9 Alambrado de los sistemas de reserva opcionales. Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva opcionales ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes junto con otro alambrado general.

ARTICULO 705-FUENTES DE PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA CONECTADA

705-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica que operan en paralelo con una o más fuentes primarias de electricidad.

NOTA - La fuente primaria puede ser del servicio público o particular.

705-2. Definición. Para los propósitos de este Artículo, se aplica la siguiente definición:

Sistema interactivo: Es un sistema de producción de energía eléctrica de operación en paralelo con una fuente primaria de energía eléctrica, a la cual le puede suministrar, a su vez energía eléctrica.

705-3. Otros artículos. Las fuentes de producción de energía eléctrica conectada, deben cumplir con los requisitos de este Artículo y también con los requisitos aplicables de los artículos siguientes:

Concepto	Artículo
Generadores	445
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de reserva legalmente requeridos	701
Sistemas de reserva opcionales	702

Excepción: la instalación de sistemas solares fotovoltaicos operados como fuentes de potencia interconectadas debe hacerse de conformidad con el Artículo 690.

705-10. Placa o guía. Debe instalarse una placa permanente o guía en cada equipo de acometida, y en los lugares donde se localizan todas las fuentes de producción de energía eléctrica capaces de ser conectadas, indicando todas las fuentes de energía eléctrica existentes sobre o en los predios.

Excepción: Se permite que en las instalaciones con gran número de fuentes de generación de energía, sean designadas por grupos.

705-12. Punto de conexión. Las salidas de los sistemas de producción de energía eléctrica deben ser conectadas en los medios de desconexión de acometida de los predios.

a) Las salidas pueden conectarse en otro u otros puntos, siempre que el sistema eléctrico esté calificado como un sistema eléctrico integrado e incorporado equipo de protección de acuerdo con todas las secciones aplicables del Artículo 685.

b) Las salidas pueden conectarse en otro u otros puntos de los predios, si se reúnen las condiciones siguientes:

1. El conjunto de fuentes de energía eléctrica que no son de servicio público y tienen una capacidad que excede 100 kw, o la acometida es de más de 1 000 V;

2. las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas atienden y operan el sistema; y

3. Se establezcan y mantengan resguardos de seguridad y equipos de protección.

705-14. Características de las salidas. La salida de un generador o de otra fuente de producción de energía eléctrica que opere en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica, debe ser compatible con la tensión eléctrica, la forma de la onda y la frecuencia del sistema al cual esté conectado.

NOTA - El término compatible no necesariamente significa igualar la forma de la onda de la fuente primaria.

705-16. Capacidad nominal de corriente de corto circuito y de interrupción. Se debe considerar la contribución de las corrientes eléctricas de falla de todas las fuentes de energía conectadas, para el cálculo de la capacidad nominal de interrupción y de corriente de cortocircuito del equipo en sistemas interactivos.

705-20. Medios de desconexión de las fuentes. Deben proveerse medios que permitan desconectar todos los conductores no puestos a tierra de una o varias fuentes de producción de energía eléctrica de todos los otros conductores. Véase el Artículo 230.

705-21. Medios de desconexión de los equipos. Deben proveerse medios que permitan desconectar los equipos, tales como inversores o transformadores asociados con una fuente de producción de energía, de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de alimentación. Los equipos proyectados para operarse y mantenerse como parte integral de una fuente de producción de más de 1 000 V no requieren contar con este medio de desconexión.

705-22. Dispositivo de desconexión. Los medios de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe consistir de uno o más interruptores, operación eléctrica manual o interruptores automáticos y cumplir con lo siguiente:

1) Situados donde puedan operarse;

2) Que puedan operarse desde afuera sin exponer al operador al entrar en contacto con las partes vivas, y si son de operación eléctrica, que pueda abrirse en forma manual, en caso de falla en el suministro de energía;

3) Que indique claramente si está en la posición de abierto o cerrado; y

4) Que tengan capacidades nominales no-menores a la carga conectada y a la corriente eléctrica de falla que va a ser interrumpida.

Para equipo de desconexión energizados desde ambos lados, debe proveerse una marca que indique que todos los contactos del equipo de desconexión pueden estar energizados.

NOTA 1 - En sistemas de generación en paralelo puede ocurrir que algunos equipos, estén energizados por los dos polos, como interruptores y fusibles de cuchillas. Véase 240-40.

NOTA 2 - La conexión a una fuente primaria fuera del predio, puede requerir la instalación de un medio de desconexión visible y verificable.

705-30. Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben protegerse contra sobrecorriente según el Artículo 240. La protección contra sobrecorriente del equipo debe estar de acuerdo con lo indicado en otros Artículos a que hace referencia el Artículo 240. Los conductores y el equipo conectados a más de una fuente de energía eléctrica, deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente, ubicados de forma que proporcionen protección desde todas las fuentes.

1) Los generadores deben protegerse de acuerdo con lo establecido en 445-4.

2) Los sistemas solares fotovoltaicos deben protegerse de acuerdo al Artículo 690.

3) Debe proveerse dispositivo de protección contra sobrecorriente, cuando un transformador esté conectado a una fuente(s) en cada lado, de acuerdo con lo indicado en 450-3, tomando en cuenta primero un lado del transformador, como el primario, y luego del otro.

705-32. Protección por falla a tierra. Cuando se use protección falla a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse en el lado de la alimentación del dispositivo de protección por falla a tierra.

Excepción: Se permite hacer la conexión en el lado de la carga del dispositivo de protección falla a tierra, siempre que los equipos estén protegidos por falla a tierra, producida desde cualquiera de las fuentes de corriente eléctrica por falla a tierra.

705-40. Pérdida de la fuente primaria. Cuando haya pérdida de la fuente primaria, todas las fuentes de generación de energía eléctrica, debe desconectarse automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de la fuente de producción primaria y no deben volver a conectarse hasta que se reestablezca el suministro de la fuente primaria.

NOTA 1 - Si una fuente de generación de energía eléctrica interactiva puede operar aisladamente, puede producir riesgos para las personas y para los equipos asociados a la fuente primaria. Para determinar si se ha producido un corte en el sistema de suministro de la fuente primaria y si existe desconexión automática, es necesario instalar medios especiales de detección. Cuando se restablece el suministro de la fuente primaria, también pueden ser necesarios medios especiales de detección para limitar la exposición de las demás fuentes de generación a los desfases que se producen en la reconexión.

NOTA 2 - Los equipos de generación por inducción en sistemas con capacitancia significativa, pueden llegar a auto excitarse y experimentar severas sobretensiones como consecuencia de la pérdida de la fuente primaria.

705-42. Conexiones desbalanceadas. Una fuente de tres fases de producción de energía eléctrica, debe desconectarse automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de los sistemas conectados, cuando una de las fases de esa fuente se abra. Este requisito no es aplicable en una fuente de producción de energía eléctrica que provea energía para un sistema de emergencia o sistema de reserva legalmente requerido.

705-43. Generadores síncronos. Los generadores síncronos operando en un sistema paralelo, deben estar provistos del equipo necesario para establecer y mantener la condición de sincronismo.

705-50. Puesta a tierra. Las fuentes de producción de energía eléctrica conectadas, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

Excepción: Se permite que los sistemas de corriente continua conectados a través de un inversor directamente de la acometida puesto a tierra, utilicen otros métodos alternativos que proporcionen al sistema una protección equivalente, siempre que se utilicen equipos aprobados para este uso.

ARTICULO 710-EQUIPOS QUE OPERAN A TENSIONES ELECTRICAS MAYORES DE 600 V NOMINALES

A. Disposiciones generales

710-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos generales para todos los equipos que operan a una tensión eléctrica mayor que 600 V nominales.

NOTA: Para información adicional con relación a los requisitos de seguridad eléctrica para sitios de trabajo, Véase el Apéndice B2.

710-2. Definición. Para los propósitos de este Artículo, alta tensión eléctrica se define como aquella mayor que 600 V nominales.

710-3 Equipo en aceite. La instalación de equipos eléctricos, diferentes de los transformadores tratados en el Artículo 450 que contienen más de 38 L de aceite inflamable por unidad, debe cumplir los requisitos de las partes B y C del Artículo 450.

710-4. Métodos de alambrado

a) **Conductores por encima del nivel del piso.** Los conductores para instalaciones sobre el nivel del piso, deben ser instalados en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit) metálico tipo semipesado, tubo (conduit) no metálico rígido, soporte tipo charola para cables, ductos con barras (electroducto), ducto con cables, y en otras canalizaciones adecuadas o en trayectorias abiertas de cable con cubierta metálica adecuada para ese uso.

En sitios accesibles únicamente a personal calificado, pueden usarse cables Tipo MT (MV) en trayectorias abiertas, conductores desnudos o barras desnudas.

b) **Conductores en instalaciones subterráneas.** Los conductores en instalaciones subterráneas deben estar identificados para la tensión eléctrica y para las condiciones en las que se instalen.

Los cables directamente enterrados deben cumplir con las disposiciones indicadas en 310-7. En vía pública no se permite el uso de cables directamente enterrados (véase los Artículos 311 (a), (b), (c), (d) y 923-3).

Los cables subterráneos pueden instalarse directamente enterrados o dentro de canalizaciones adecuadas para ese uso, y deben cumplir con las especificaciones de profundidad indicadas en la Tabla 710-4(b).

Los cables sin pantalla pueden instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit) metálico tipo semipesado o en tubo (conduit) no metálico rígido embebido en concreto con espesor no menor que 76 mm.

Excepción 1: Cables Tipo MC con conductores sin pantalla, donde la cubierta metálica sea puesta a tierra en forma efectiva cumpliendo con los requisitos establecidos en 250-51.

Excepción 2: Cables con cubierta de plomo con conductores sin pantalla, donde la cubierta de plomo sea puesta a tierra en forma efectiva cumpliendo con los requisitos establecidos en 250-51.

TABLA 710-4(b). Profundidad mínima de enterrado (mm)*

Tensión eléctrica Del Circuito	Cables Directamente Enterrados**	Tubo (conduit) no metálico	Tubo (conduit) metálico
Más de 600 V a 22 kV	750	450	150
Más de 22 kV a 40 kV	900	600	150
Más de 40 kV	1100	750	150

* La profundidad mínima es la distancia en mm más corta medida desde un punto en la superficie superior de cualquier conductor directamente enterrado, cable, tubo (conduit), u otra canalización hasta la superficie exterior del piso terminado, concreto o recubrimiento similar.

** Aprobados como adecuados para enterrarse directamente sin estar embebidos. Todos los demás sistemas no-metálicos requieren una protección de 50 mm de espesor de concreto o un material

equivalente sobre el tubo (conduit), además de la profundidad indicada en la Tabla.

Excepción 1: En áreas sujetas a tráfico de vehículos, tales como casetas de cobro o áreas de estacionamientos comerciales, se debe enterrar como mínimo a una profundidad de 60 cm.

Excepción 2: La profundidad mínima para enterrar otras canalizaciones diferentes del tubo (conduit) metálico tipo pesado y semipesado, puede reducirse 15 cm, por cada 50 mm de protección de concreto o material equivalente, colocado en la trinchera sobre la instalación subterránea.

Excepción 3: Los requerimientos de profundidad mínima no se aplican a tubo (conduit) u otras canalizaciones situadas bajo un edificio o una placa exterior de concreto de un espesor no-menor que 100 mm, y que se extienda más allá de la instalación subterránea por lo menos 150 mm. Se debe poner una cinta con un letrero de advertencia u otro método adecuado sobre la instalación subterránea para avisar la existencia de ésta.

Excepción 4: Se permiten profundidades menores cuando los cables y conductores suben a las cajas de terminales o empalmes, o cuando se requiere el acceso por alguna otra razón.

Excepción 5: En pistas de aeropuertos, incluyendo áreas adyacentes en las cuales el acceso está prohibido, se permite que los cables puedan ser enterrados sin canalización ni revestimiento de concreto o material equivalente, a profundidades no-menores a 45 cm.

Excepción 6: Las canalizaciones instaladas en roca sólida pueden enterrarse a menor profundidad, siempre y cuando estén cubiertas con una capa de 50 mm de espesor de concreto, la cual debe extenderse sobre los bordes de la roca.

1) **Protección contra daños.** Los conductores que salen del suelo deben ser encerrados dentro de canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, de PVC cédula 80, u otra equivalente, y extenderse del nivel de piso especificado en la Tabla 710-4(b) hasta una altura de 2,5 m por encima del piso terminado. Los conductores que entren a un edificio deben ser protegidos por una envolvente o canalización aprobada, desde su salida del piso hasta el punto de entrada. Las envolventes metálicas deben ponerse a tierra.

2) **Empalmes.** Se permite que en los cables directamente enterrados se hagan empalmes o derivaciones sin emplear cajas de empalme, siempre y cuando se utilice materiales aprobados para esa aplicación. Los empalmes y derivaciones deben ser herméticos al agua y estar protegidos contra daño mecánico. Para los cables con pantalla, ésta debe ser continua a través de los empalmes o derivaciones.

Excepción: En los empalmes prefabricados de los sistemas de cables directamente enterrados de un solo conductor con separación entre fases, se permite cortar o traslapar los blindajes metálicos. En ambos casos se debe poner a tierra las dos partes del blindaje en un punto.

3) **Relleno.** Para rellenar la excavación después de la instalación, no deben usarse materiales que contengan residuos de pavimento, escorias, materiales grandes o con bordes cortantes u otros materiales o substancias corrosivas que puedan dañar a las canalizaciones o a los cables o que impidan la compactación adecuada del relleno.

   Para evitar daño físico a la canalización o al cable, éstos deben protegerse con material de relleno seleccionado de granulación uniforme, o con cubiertas adecuadas.

4) **Sellos para las canalizaciones.** Cuando una canalización entre a un edificio desde el sistema subterráneo, el extremo a la entrada del edificio debe sellarse con un compuesto adecuado para evitar la entrada de humedad o gases, o debe estar dispuesta en tal forma que evite el contacto de la humedad con las partes vivas.

c) **Barras conductoras.** Se permiten tanto las barras de cobre como las de aluminio.

710-6. Pantalla sobre aislamiento. Los componentes metálicos y semiconductores de cables con pantalla, deben removerse en las terminales hasta una distancia que depende de la tensión eléctrica del circuito y del material del aislamiento. Deben proveerse medios para la reducción del esfuerzo eléctrico en todas las terminaciones de los cables con pantalla.

Deben ponerse a tierra los componentes metálicos de las pantallas como cintas, alambres o mallas, o combinaciones de ellos, así como sus elementos complementarios, conductores o semiconductores.

710-7. Puesta a tierra. Las instalaciones y equipo se deben poner a tierra cumpliendo las disposiciones aplicables del Artículo 250.

710-8. Protección mecánica o contra la humedad de cables con cubierta metálica. Cuando los conductores de un cable salen de la cubierta metálica y se requiere protección contra la humedad o contra daño físico, el aislamiento de los conductores debe estar protegido por un dispositivo terminal apropiado.

710-9. Protección del equipo de acometida, desconectadores en envolvente metálica y tableros de control industrial. No debe haber cerca del sistema eléctrico tubos o ductos que no pertenezcan a la instalación eléctrica, y que requieran mantenimiento periódico, y cuya falla pueda poner en peligro la operación del equipo de acometida, desconectadores en envolventes metálicas o tableros de control industrial. Deben proveerse protecciones para evitar daño producido por condensación, fugas o roturas en los tubos o ductos que no pertenecen al sistema eléctrico.

Excepción: No se consideran elementos extraños la tubería o instalaciones similares que pertenezcan al sistema de protección contra incendio del sistema eléctrico.

B. Equipo. Disposiciones específicas

710-20. Protección contra sobrecorriente. Debe proveerse protección contra sobrecorriente en cada conductor activo (de fase) por medio de alguna de las siguientes formas:

a) **Relevadores de sobrecorriente y transformadores de corriente.** En circuitos trifásicos los interruptores de potencia utilizados para la protección contra sobrecorriente, deben tener como mínimo tres relevadores de sobrecorriente accionados por tres transformadores de corriente.

Excepción 1: En circuitos de tres fases, tres hilos, se permite que un relevadores de sobrecorriente en el circuito residual de los transformadores de corriente, reemplace a uno de los relevadores de fase.

Excepción 2: Un relevador de sobrecorriente accionado por un transformador de corriente que enlaza a todos los conductores de un circuito de tres fases, tres hilos, puede reemplazar al relevador residual y a uno de los transformadores de corriente de los conductores de fase. Cuando el neutro no está puesto a tierra en el lado de la carga del circuito (como variación de lo permitido en 250-152(b)), se permite que el transformador de corriente enlace a los tres conductores de fase y al conductor puesto a tierra del circuito.

b) **Fusibles.** Debe conectarse un fusible en serie con cada conductor de fase.

710-21. Dispositivos de interrupción de circuitos

a) **Interruptores automáticos**

1) En las instalaciones interiores, los interruptores automáticos deben ubicarse dentro de gabinetes metálicos o en celdas resistentes al fuego. Se permite su montaje a la vista en lugares accesibles solamente a personas calificadas.

2) Los interruptores automáticos utilizados para el control de transformadores en aceite deben estar situados ya sea en el exterior de la bóveda del transformador o deben poder operarse desde el exterior de la bóveda.

3) Los interruptores automáticos en aceite deben ubicarse de forma tal que las estructuras o materiales combustibles, estén protegidos de manera apropiada.

4) Los interruptores automáticos deben tener el siguiente equipo y características de operación:

a. Un medio mecánico accesible u otro medio aprobado para el accionamiento manual, independiente de cualquier potencia de control.

b. Deben ser de disparo libre.

c. Si el interruptor automático puede abrirse o cerrarse mientras esté energizado, deben operar los interruptores independiente de la velocidad de la operación manual.

d. Un indicador mecánico de posición en el interruptor automático para mostrar la posición abierta o cerrada de los contactos principales.

e. En el caso de operación remota, un medio de indicación de la posición abierta o cerrada del interruptor automático en el(los) sitio(s) desde el(los) cual(es) pueda operarse.

f. Una placa de datos legible y permanente, que muestre el nombre del fabricante o marca registrada, número de identificación o código del tipo según el fabricante, capacidad de corriente eléctrica nominal, corriente de interrupción en megavoltamperes (MVA) o

amperes (A) y la capacidad nominal máxima de tensión eléctrica. Cuando se realice una modificación al interruptor automático que modifique sus características nominales de operación, debe hacerse el cambio correspondiente en la placa de datos.

5) La capacidad de corriente eléctrica nominal en régimen continuo del interruptor automático, no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima que circule en forma continua a través del interruptor automático.

6) La capacidad nominal de interrupción de un interruptor automático, no debe ser menor que la máxima corriente eléctrica de falla que deba interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

7) La capacidad nominal de cierre de un interruptor automático, no debe ser menor que la corriente eléctrica de falla máxima asimétrica, en la cual el interruptor automático pueda cerrarse.

8) La capacidad nominal de interrupción momentánea de un interruptor automático no debe ser menor que la corriente eléctrica de falla máxima asimétrica en el punto de su instalación.

9) La tensión eléctrica máxima nominal de un interruptor automático no debe ser menor que la tensión eléctrica máxima del circuito.

b) Fusibles de potencia y portafusibles

1) Uso. Cuando se empleen fusibles para proteger conductores y equipo, debe colocarse un fusible en cada conductor de fase. Se permite usar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos fusibles tienen idéntica capacidad nominal y si están instalados en un montaje común identificado con conexiones eléctricas, que dividan la corriente eléctrica en partes iguales.

Los fusibles de potencia de tipo ventilado no deben usarse en interiores, en registros subterráneos o en envolventes metálicas, a menos que estén identificados para tales usos.

2) Capacidad nominal de interrupción. La capacidad nominal de interrupción de los fusibles de potencia no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima de falla que debe interrumpir el fusible, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

3) Capacidad nominal de tensión eléctrica. La capacidad de tensión eléctrica máxima de los fusibles de potencia no debe ser menor que la tensión eléctrica máxima del circuito. Los fusibles que tengan una tensión eléctrica de operación mínima recomendada no deben utilizarse en tensiones inferiores a ese valor.

4) Identificación de las unidades fusibles y de sus montajes. Las unidades fusibles y los montajes para fusibles, deben tener placas de identificación legibles y permanentes, mostrando el tipo o designación del fabricante, la capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua, la capacidad nominal de corriente de interrupción y la capacidad nominal de tensión eléctricas máximas de operación.

5) Fusibles. Los fusibles que al abrir un circuito desprendan llamas, deben diseñarse o estar instalados de forma que su operación no represente peligro para las personas o propiedades.

6) Portafusibles. Los portafusibles deben diseñarse o instalarse de tal forma que queden desenergizados cuando se tenga que reemplazar un fusible.

Excepción: Se permite el uso de fusibles y portafusibles diseñados para permitir el reemplazo de fusibles por personas calificadas, que utilicen el equipo diseñado para ese propósito sin desenergizar el portafusible.

7) Fusibles de alta tensión eléctrica. Los equipos de interrupción en subestaciones con envolvente metálica que utilicen fusibles de alta tensión eléctrica deben estar equipados con un interruptor separador de operación múltiple o un interruptor removible con fusibles como medio para aislar los fusibles de la fuente de alimentación (tándem). El aislamiento físico de los fusibles del circuito debe proporcionarse ya sea conectando un interruptor entre la fuente y los fusibles o colocando un interruptor deslizable y una construcción de tipo fusible. El interruptor debe ser del tipo de operación bajo carga, a menos que esté mecánica o eléctricamente enclavado con un dispositivo interruptor de operación bajo carga, que permita reducir la carga a la capacidad de interrupción del interruptor.

Excepción 1: No aplica en subestaciones tipo pedestal.

Excepción 2: Se permite usar más de un interruptor como medio de desconexión para un grupo de fusibles, cuando dichos interruptores se instalan para proveer conexión a más de un grupo de conductores de alimentación. Los interruptores deben tener un dispositivo de seguridad mecánico o eléctrico que permita el acceso a los fusibles solamente cuando todos los interruptores estén abiertos. En los fusibles debe colocarse un aviso con el texto siguiente:

"PRECAUCION-LOS FUSIBLES PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS DESDE MAS DE UNA FUENTE"

c) Cortacircuitos de distribución y eslabones fusibles - Tipo expulsión

1) Instalación. Los cortacircuitos deben estar localizados de manera que puedan operarse con facilidad y seguridad para que sea posible el reemplazo de fusibles, y que la expulsión de gases de escape de los fusibles no sea peligrosa para las personas. Los cortacircuitos de distribución no deben usarse en interiores o subterráneos o en envolventes metálicas.

2) Operación. Cuando los cortacircuitos con fusibles no son apropiados para interrumpir el circuito manualmente mientras portan la carga completa, debe instalarse un desconectador aprobado para abrir con carga. A menos que los cortacircuitos con fusible estén enlazados con el desconectador para evitar la apertura del cortacircuitos bajo carga, debe colocarse en éstos un aviso que resalte claramente y en forma legible el texto siguiente:

"CUIDADO-NO ABRIR CON CARGA"

3) Capacidad nominal de interrupción. La capacidad nominal de interrupción de los cortacircuitos de distribución, no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima de falla que debe interrumpir el cortacircuitos, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

4) Capacidad nominal tensión eléctrica. La capacidad nominal de tensión eléctrica máxima de los cortacircuitos no debe ser menor que la máxima tensión del circuito.

5) Identificación. Los cortacircuitos de distribución deben tener sobre su cuerpo, puerta o tubo portafusible una placa o identificación legible y permanente, indicando el tipo o designación del fabricante, la capacidad de corriente eléctrica nominal en régimen de operación continua, la capacidad nominal de tensión máxima y capacidad nominal de interrupción.

6) Eslabones fusibles. Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente indicando el tipo y la capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua y el tipo.

7) Instalación en estructuras exteriores. La altura de los cortacircuitos instalados en estructuras exteriores, debe ser tal que se tenga una separación segura entre las partes energizadas más bajas (posición abierta o cerrada) y las superficies verticales, donde pueda haber personas, como se establece en 110-34(e).

d) Cortacircuitos en aceite

1) Capacidad nominal de corriente eléctrica de régimen continuo. La capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen continuo de un cortacircuitos en aceite, no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima que circule en forma continua a través del cortacircuitos.

2) Capacidad nominal de interrupción. La capacidad nominal de interrupción de los cortacircuitos en aceite, no debe ser menor que la máxima corriente eléctrica de falla que el cortacircuitos en aceite deba interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

3) Capacidad nominal tensión eléctrica. La capacidad nominal de tensión eléctrica máxima de los cortacircuitos no debe ser menor que la tensión eléctrica máxima del circuito.

4) Capacidad nominal de cierre en condiciones de falla. Los cortacircuitos en aceite deben tener una capacidad de cierre en condiciones de falla no-menor que la máxima tensión eléctrica del circuito.

5) Identificación. Los cortacircuitos en aceite deben tener una placa de datos legible y permanente indicando la capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua, la capacidad nominal corriente de interrupción y la tensión eléctrica máxima de operación.

6) **Eslabones fusibles.** Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente indicando la capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua.

7) **Localización.** Los cortacircuitos en aceite deben estar localizados de manera que puedan operarse con facilidad y seguridad de acceso fácil y seguro para que sea posible el reemplazo de fusibles. El extremo superior del cortacircuitos no debe ser mayor que 1,5 m sobre el nivel del suelo o plataforma.

8) **Envolventes.** Deben colocarse envolventes o barreras adecuadas para evitar el contacto con partes energizadas o con cables sin pantalla de los cortacircuitos en aceite.

e) **Desconectadores de operación con carga.** Los desconectadores de operación con carga se deben usar en conjunto con fusibles o interruptores automáticos para interrumpir las corrientes eléctricas de falla. Cuando estos dispositivos se usan en forma combinada, deben estar coordinados eléctricamente, de forma que resistan con seguridad los efectos de cierres, transporte o interrupción de todas las corrientes eléctricas posibles, incluyendo la capacidad nominal de cortocircuito máxima asignada.

Cuando se instale más de un desconectador con terminales de cargas interconectadas para proporcionar conexión alterna a los circuitos alimentadores, cada desconectador debe estar provisto de un aviso de advertencia con el texto siguiente:

"PRECAUCION-EL DESCONECTADOR PUEDE
ESTAR ENERGIZADO POR RETROALIMENTACION"

1) **Capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen continuo.** La capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen continuo de los desconectadores debe ser igual o mayor que la corriente eléctrica máxima que circule en el punto de instalación.

2) **Capacidad nominal tensión eléctrica.** La capacidad nominal de tensión eléctrica máxima de los desconectadores debe ser igual o mayor que la tensión máxima del circuito.

3) **Identificación.** Los desconectadores deben tener una placa de datos legible y permanente indicando lo siguiente:

a. Tipo o designación del fabricante;

b. Capacidad nominal de corriente eléctrica en régimen de operación continua;

c. Capacidad nominal de interrupción de corriente;

d. Capacidad de cierre en condiciones de falla;

e. Tensión eléctrica máxima de operación.

4) **Mecanismo de desconexión de los conductores.** El mecanismo de desconexión debe estar montado de tal forma que pueda operarse desde un lugar donde el operador no esté expuesto a partes energizadas, y debe disponerse de manera que abra simultáneamente, en una sola operación, todos los conductores de fase del circuito. Los desconectadores deben estar montados en tal forma que puedan bloquearse en la posición de abierto. Los desconectadores en envolvente metálica deben poder accionarse desde el exterior de la envolvente.

5) **Energía almacenada para apertura.** Se permite que el mecanismo de apertura de energía almacenada, quede en posición de descargado después de que el desconectador ha sido cerrado, si al accionar la palanca para abrir el desconectador, simultáneamente se carga ese mecanismo.

6) **Terminales de alimentación.** Las terminales de alimentación de los desconectadores con fusibles, deben estar instalados de forma que estén en la parte superior de la envolvente del desconectador, o si las terminales están ubicadas en cualquier otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que herramientas o fusibles caigan sobre las partes energizadas.

710-22. Medios para aislar el equipo. Deben instalarse medios para aislar cada componente del equipo para su inspección o reparación. No se requiere del uso de desconectadores que separen secciones del equipo, cuando existan otras maneras de desenergizar el equipo, como es el caso de los tableros de distribución en gabinetes metálicos con partes removibles y el de los tableros o secciones deslizantes desmontables.

Los desconectadores de aislamiento que no estén asociados a un dispositivo de interrupción de circuito aprobado, deben tener un aviso de advertencia con relación a la apertura, que indique que ese desconectador no se debe abrir con carga.

Como desconectador de aislamiento, se permite el empleo de un juego de portafusibles y un fusible, si están diseñados y aprobados para ese propósito.

710-23. Reguladores de tensión eléctrica. La secuencia adecuada de interrupción para reguladores, debe garantizarse por alguno de los medios siguientes:

1) Desconectador en derivación de secuencia mecánica.

2) Enlace mecánico.

3) Un procedimiento de interrupción presentado en manera notoria en el lugar del desconectador.

710-24 Espacio de separación. En instalaciones fabricadas en campo, la separación mínima de aire entre conductores desnudos energizados y entre estos conductores y las superficies adyacentes puestas a tierra, no deben ser menores a los valores presentados en la Tabla 710-24. Estos valores no deben aplicarse a porciones interiores o a terminales exteriores de equipo aprobado.

TABLA 710-24.- Claro mínimo a partes vivas

Tensión eléctrica nominal kV	Nivel básico de aislamiento al impulso kV		Claro mínimo a partes vivas en cm			
			Entre fases		Fase a tierra	
	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
2,4	60	95	12	18	8	15
4,16	60	95	12	18	8	15
7,2	75	95	14	18	10	15
13,8	95	110	19	31	13	18
23	125	150	27	38	19	26
34,5	150	150	32	38	24	26
	200	200	46	46	33	33
46		250		54		43
85		350		79		64
115		450		107		88
138		550		135		107
		550		135		107
		650		160		127
161		650		160		127
		750		183		148
230		750		183		148
		900		226		180
		1 050		267		211

NOTAS:

1. Los valores de esta tabla deben considerarse como valores mínimos aplicables en condiciones atmosféricas normales.
2. Para condiciones desfavorables de servicio, estos valores deben aumentarse.

C. Equipo de interrupción de potencia en gabinetes metálicos y equipos de control industrial

710-30. Alcance. Esta Parte cubre ensambles de equipos de interrupción de potencia en gabinetes metálicos y de control industrial, que incluye entre otros, desconectadores, dispositivos de interrupción y su control, equipos de medición, protección y regulación cuando son parte integral del ensamble, con conexiones asociadas y estructuras de soporte.

Esta Parte también incluye ensambles de equipo de potencia en gabinetes metálicos que forman parte de subestaciones unitarias, centros de potencia o equipo similar.

710-31 Montaje de los dispositivos en ensambles. El montaje de los dispositivos en ensambles debe ser tal, que los componentes individuales puedan realizar en forma segura su función específica, sin impedir la operación del resto de los componentes.

710-32 Protección de partes energizadas en alta tensión eléctrica dentro de un compartimiento. Cuando, además de la inspección visual, se requiera acceso a un compartimiento que contenga partes

energizadas en alta tensión eléctrica, deben proveerse barreras protectoras para evitar el contacto accidental por parte de personas, herramientas u otros equipos con las partes energizadas. Las partes energizadas expuestas sólo deben permitirse en compartimientos accesibles a personas calificadas. Los fusibles y portafusibles construidos para permitir su reemplazo futuro sin desenergizar el portafusible, solamente se permite para uso por personas calificadas.

710-33 Protección de partes energizadas en baja tensión eléctrica dentro de compartimiento. Las partes desnudas energizadas montadas en puertas de compartimientos, deben tener guardas cuando la puerta deba abrirse para mantenimiento de equipo o reemplazo de equipo removible.

710-34 Separación para cables que entran a una envolvente. El espacio libre frente u opuesto a las terminales o a las canalizaciones o cables que entren a un equipo de interrupción o ensamble de control, debe ser adecuado para el tipo de conductor y método de conexión en las terminales.

710-35 Accesibilidad de partes energizadas

a) Las puertas que puedan permitir el acceso de personas no calificadas a partes energizadas de alta tensión eléctrica, deben cerrarse con llave.

b) El equipo de control en baja tensión eléctrica, tales como relevadores, motores y dispositivos similares, no debe instalarse en compartimentos donde existan partes energizadas expuestas en alta tensión eléctrica o alambrado en alta tensión, a menos que el medio de acceso tenga una protección pueda enclavarse, cuando el interruptor de alta tensión o los medios de desconexión, están en la posición de aislamiento físico.

Excepción: Se permite instalar instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calefactores de ambiente, en el compartimiento de alta tensión sin restricciones de acceso, fuera de las que se aplican generalmente a compartimientos de lata tensión.

710-36 Puesta a tierra. Las estructuras con equipo de interrupción y ensambles de control deben ser puestas a tierra.

710-37 Puesta a tierra de dispositivos. Los dispositivos con cajas o estructuras metálicas, o ambos, tales como instrumentos, relevadores, medidores y transformadores para instrumentos y de control, situados dentro o sobre el equipo de distribución o control, deben tener las cajas o estructuras metálicas puestas a tierra.

710-38 Seguros para puerta y placas de cubiertas. Las puertas o cubiertas exteriores con bisagras deben estar provistas de seguros para mantenerlas en la posición abierta. Las placas de cubiertas que deban removerse para inspeccionar las partes energizadas o el alambrado, deben estar equipadas con asas para levantarlas y no deben exceder de un área de 1,11 m^2 o 27 kg de peso, a menos que estén abisagradas y atornilladas o cerradas con llave.

710-39 Descarga de gas de los dispositivos de interrupción. La descarga de gas durante la operación de los dispositivos de interrupción, debe ser dirigida de tal forma que no sea peligrosa para las personas.

710-40 Ventanas de inspección. Las ventanas que se usen para propósitos de inspección de los desconectadores separadores u otros dispositivos, deben ser de material transparente apropiado.

710-41 Localización de los dispositivos

a) Las palancas de los desconectadores de transferencia para instrumentos y control, o los botones pulsadores diferentes a los mencionados en (b) siguiente, deben estar localizados en un lugar accesible fácilmente, a una altura no mayor que 2 m.

Excepción: Las palancas de operación que requieran de fuerza mayor que 23 kg, no deben estar a una altura mayor que 1,70 m ya sea en la posición de abierto o cerrado.

b) Se permite colocar las palancas de operación de uso poco frecuente, como fusibles removibles, transformadores control o de potencial con fusible, y su medio de desconexión del primario, y los desconectadores de transferencia de barras conductoras, en donde puedan accionarse de manera segura y pueda realizarse el mantenimiento técnico desde una plataforma portátil.

710-42 Mecanismos de seguridad en desconectadores. Los desconectadores equipados con mecanismos de almacenamiento de energía, deben tener enclavamientos mecánicos para evitar el acceso al compartimiento de los desconectadores, a menos que el mecanismo de almacenamiento de energía esté en posición de descarga o bloqueo.

710-43 Energía almacenada para apertura. Se permitirse que el mecanismo de apertura que opera con energía almacenada, quede en posición de sin carga después de que el desconectador ha sido cerrado, si al accionar la palanca para abrir el desconectador simultáneamente se carga ese mecanismo y se abre el interruptor.

710-44 Desconectador con fusibles

a) Terminales de alimentación. Las terminales de alimentación de los desconectadores con fusibles deben estar instalados de forma que todas estén en la parte superior del desconectador o si las terminales están ubicados en otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que herramientas o fusibles caigan en las partes energizadas.

b) Retroalimentación. Cuando los fusibles puedan ser energizados por retroalimentación, debe colocarse un aviso de advertencia en la puerta de la envolvente, con el texto siguiente:

"PELIGRO-LOS FUSIBLES PUEDEN SER ENERGIZADOS POR RETRO-ALIMENTACION"

c) Mecanismo de interrupción. El mecanismo de interrupción debe estar montado en tal forma que pueda operarse desde un lugar externo a la envolvente, donde el operador no esté expuesto a partes energizadas, y debe instalarse de manera que con una sola operación abra simultáneamente todos los conductores del circuito no-conectados a tierra. Los desconectadores deben estar montados en tal forma que puedan bloquearse en la posición de abierto.

710-45 Mecanismos de seguridad en interruptores automáticos

a) Los interruptores automáticos equipados con mecanismos de almacenamiento de energía, deben estar diseñados para evitar la salida de la energía almacenada, a menos que el mecanismo haya sido totalmente cargado.

b) Deben colocarse enclavamientos mecánicos en la carcasa para impedir que el interruptor automático sea retirado completamente de la carcasa, cuando el mecanismo de almacenamiento de energía esté en la posición de totalmente cargado, a menos que se suministre un dispositivo adecuado para bloquear la función de cierre del interruptor automático antes de que sea retirado completamente.

D. Equipo móvil y portátil

710-51. Disposiciones generales

a) Alcance. Las disposiciones de esta Parte se aplican a la instalación y uso de equipo de distribución de potencia de alta tensión eléctrica y equipo de utilización portátil o móvil, o ambos, tales como subestaciones y desconectadores, montados en malacates, remolques o vehículos, palas móviles, dragas, grúas, elevadores, perforadoras, excavadoras, compresores, bombas, transportadores y similares.

b) Otros requerimientos. Los requerimientos de esta Parte son adicionales o modifican los requisitos de los Artículos 100 a 725 de esta norma. Debe prestarse especial atención al Artículo 250.

c) Protección. Deben proveerse envolventes o guardas, o ambas, para proteger al equipo portátil y móvil contra daño físico.

d) Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión para equipo de alta tensión eléctrica móvil y portátil, de acuerdo con lo indicado en los requisitos de la Parte H del Artículo 230 y debe desconectar todos los conductores de fase.

710-52. Protección contra sobrecorriente. Los motores de corriente eléctrica alterna que impulsan generadores individuales o múltiples de c.c., que alimentan a un sistema que opera con carga cíclica, no necesitan protección contra sobrecorriente, siempre y cuando no se exceda la capacidad térmica del motor de c.a. que impulsa al grupo, bajo cualquier condición de funcionamiento.

Los dispositivos de protección del circuito derivado, deben proveer protección contra cortocircuito y de rotor bloqueado y se permite que sean externos al equipo.

710-53. Envolventes. Todas las partes energizadas de interrupción y controles, deben estar encerradas en gabinetes o envolventes metálicas puestas a tierra efectivamente. Estos gabinetes o envolventes deben llevar un aviso con el texto siguiente:

"PELIGRO-ALTA TENSION ELECTRICA, MANTENGANSE ALEJADO"

y deben estar provistos de cerraduras, de modo que sólo personas calificadas puedan tener acceso. Los interruptores automáticos y equipos de protección, deben tener un medio de accionamiento externo que salga

a través del gabinete o envolvente, de forma que las unidades puedan ser operadas sin tener que abrir las puertas. Debe tenerse un acceso razonablemente seguro para la operación normal de estas unidades.

710-54. Anillos colectores. Los anillos colectores ensambladas en máquinas rotativas (palas, dragas, excavadoras, entre otros) deben tener guardas para impedir contactos accidentales con las partes energizadas, por parte de las personas que operan las máquinas.

710-55. Conexiones con cables de energía a máquinas móviles. Debe proveerse una envolvente metálica en la máquina móvil para las terminales de los cables de energía. El gabinete debe incluir medios para la conexión sólida del conductor de puesta a tierra de la terminal a la carcasa de la máquina.

Los conductores vivos deben sujetarse a aisladores o terminar con un conector aprobado para cables de alta tensión eléctrica (el cual incluya conectores para los conductores de puesta a tierra), de la capacidad de corriente nominal y tensión eléctricas adecuadas. El método de terminación del cable utilizado, debe evitar que los esfuerzos mecánicos o de tracción en el cable se transmitan a las conexiones eléctricas. La envolvente debe estar provista de cerradura, de manera que solamente personas calificadas y autorizadas pueden abrirlas, y debe tener un aviso con el texto siguiente:

"ALTA TENSION ELECTRICA, MANTENGANSE ALEJADO"

710-56. Cables portátiles de alta tensión eléctrica para alimentación principal. Los cables flexibles de alta tensión eléctrica que alimenten equipos portátiles o móviles deben cumplir con los Artículos 250 y 400, Parte C.

710-57. Puesta a tierra. El equipo móvil debe ser puesto a tierra según lo establecido en el Artículo 250.

E. Calderas de electrodos

710-70. Disposiciones generales. Las recomendaciones de esta parte deben aplicarse a calderas que operen en tensiones eléctricas mayores a 600 V nominales, en las cuales el calor es generado por la circulación de corriente eléctrica entre electrodos a través del líquido que está siendo calentado.

710-71. Sistema de suministro. Las calderas de electrodos deben alimentarse solamente de sistemas de tres fases cuatro hilos, conexión estrella con neutro puesto sólidamente a tierra, o de transformadores de aislamiento debidamente instalados para este sistema. Los circuitos de control deben conectarse a circuitos puestos a tierra que no excedan de 150 V, y los dispositivos de control deben conectarse al conductor de fase.

710-72. Requisitos para circuitos derivados

a) **Capacidad.** Cada caldera debe alimentarse de un circuito derivado individual con capacidad no menor que el 100% de la carga total.

b) **Dispositivo de interrupción de fallas de disparo automático.** El circuito debe estar protegido por un dispositivo trifásico de interrupción de fallas de disparo automático. Se permite que el dispositivo de interrupción vuelva a cerrar el circuito automáticamente después de haber retirado la condición de sobrecarga, pero no debe cerrar el circuito después de una condición de falla.

c) **Protección de falla en una fase.** En cada fase del circuito debe instalarse un dispositivo individual de protección contra fallas en la fase, que consista en un transformador de corriente conectado a un relevador de sobrecorriente de fase.

d) **Protección de falla a tierra.** Deben proveerse medios para la detección de corrientes eléctricas por el neutro y a tierra. El dispositivo de protección debe operar abriendo el circuito, si la suma de esas corrientes excede el valor de 5 A, o 7,5% del valor de la corriente eléctrica de plena carga del circuito, durante 10 s o si excede un valor instantáneo del 25% de la corriente eléctrica nominal de plena carga de la caldera.

e) **Conductor neutro puesto a tierra.** El conductor del neutro puesto a tierra, debe cumplir con los requisitos siguientes:

1) Estar conectado al tanque de presión que contiene los electrodos.

2) Estar aislado para no menos de 600 V.

3) Tener la capacidad de conducción de corriente no menor que la del conductor mayor del circuito derivado no puesto a tierra.

4) Debe estar instalado en la misma canalización, cable o soporte tipo charola para cables, junto con los conductores no puestos a tierra o cuando esté instalado como conductor expuesto en proximidad con los conductores no puestos a tierra.

5) No debe utilizarse para ningún otro circuito.

710-73. Control para limitar la presión y temperatura. Cada caldera debe estar equipada con los medios necesarios para limitar la presión o la temperatura máximas, o ambas, ya sea por medio de la interrupción directa o indirecta del flujo de corriente eléctrica en los electrodos. Estos medios deben instalarse en adición a los de regulación de presión o temperatura, o ambos, y las válvulas de seguridad de presión, propios de la caldera.

710-74. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de la caldera y otras estructuras o equipos asociados puestos a tierra, deben tener un puente de unión con el recipiente a presión o con el conductor neutro, al cual el tanque está conectado, según lo establecido en 250-79. La capacidad de conducción de corriente del puente de unión no debe ser menor que la del conductor neutro.

ARTICULO 720-CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE OPERAN A MENOS DE 50 V

720-1. Alcance. Este Artículo se aplica a las instalaciones de corriente continua o corriente alterna que operan a menos de 50 V.

Excepción: Lo establecido en los Artículos 411, 551, 650, 669, 690, 725 y 760.

720-2. Areas peligrosas (clasificadas). Las instalaciones comprendidas en este Artículo y ubicadas en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir adicionalmente con las disposiciones correspondientes de los Artículos 500 a 517.

720-4. Conductores. El tamaño nominal de los conductores no debe ser menor que 3,31 mm^2 (12 AWG) en cobre o equivalente. Los conductores para los circuitos derivados que alimenten más de un aparato eléctrico o receptáculos para aparatos eléctricos, no deben ser menores a 5,26 mm^2 (10 AWG) en cobre o equivalente.

720-5. Portalámparas. Deben utilizarse portalámparas de capacidad no menor que 660 W nominales.

720-6 Capacidad de los receptáculos. Los receptáculos deben tener una capacidad no-menor que 15 A.

720-7. Receptáculos requeridos. En las cocinas, cuartos de lavado y otros lugares donde es probable el uso de aparatos eléctricos portátiles, debe instalarse receptáculos de capacidad no menor que 20 A.

720-8. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo establecido en el Artículo 240.

720-9. Baterías. Las instalaciones con baterías deben cumplir con lo especificado en el Artículo 480.

720-10. Puesta a tierra. La puesta a tierra del equipo debe cumplir con lo especificado en el Artículo 250.

720-11. Ejecución mecánica del trabajo. Los circuitos que funcionen a 50 V o menos, deben instalarse conforme a lo establecido en 110-12. Los cables deben soportarse por la estructura del edificio, de manera que no sean dañados por el uso normal del edificio.

ARTICULO 725-CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 DE CONTROL REMOTO, SEÑALIZACION Y DE POTENCIA LIMITADA

A. Disposiciones generales

725-1. Alcance. Este Artículo cubre los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada, que no son parte integral de un dispositivo o aparato eléctrico.

NOTA - Los circuitos descritos dentro de este Artículo se caracterizan por su uso y por las limitaciones de energía eléctrica, que los diferencian de los circuitos de alumbrado y fuerza, y por consiguiente se dan requerimientos alternativos a los de los Capítulos 1 al 4 en lo que respecta a tamaños nominales mínimos de los conductores, factores de reducción de capacidad de conducción de corriente, protecciones contra sobrecorriente, requisitos de aislamiento y métodos de alambrado y materiales.

725-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo son aplicables las siguientes definiciones:

Circuitos Clase 1. Es la parte del sistema de alambrado entre el dispositivo de sobrecorriente del lado de la carga o de una fuente de potencia limitada y el equipo conectado. Las limitaciones de tensión eléctrica y de energía están de acuerdo con lo indicado en 725-11.

Circuitos Clase 2. Es la parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de potencia Clase 2 y el equipo conectado. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito Clase 2 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego y provee una protección aceptable contra choque eléctrico.

Circuitos Clase 3. Es la parte de un sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de potencia Clase 3 y el equipo conectado. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito Clase 3 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego. En estos circuitos se permiten mayores niveles de tensión eléctrica y de potencia que en los Clase 2, debe tener medidas adicionales de seguridad que brinden protección contra el riesgo de choque eléctrico que se pudiera encontrar.

725-3. Ubicación y referencia a otros Artículos. Los circuitos y el equipo deben cumplir con los siguientes requisitos (a) hasta (e). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo deben aplicarse en los circuitos de clase 1, clase 2 y clase 3.

a) Propagación del fuego y de los productos de la combustión. Véase 300-21.

b) Ductos, cámaras de aire y otros espacios para el manejo de aire. Cuando se instalan en ductos, cámaras de aire u otros espacios para manejo de aire ambiental, véase 300-22.

Excepción a (b): Lo que se permite en 725-61(a).

c) **Areas peligrosas (clasificadas).** Cuando se instalen en áreas peligrosas (clasificadas), véanse los Artículos 500 al 516 y el Artículo 517, parte D.

d) **Soporte tipo charola para cables.** Cuando se instalen en soporte tipo charola para cables, véase el Artículo 318.

e) **Circuitos para control de motores.** Cuando se conecten en el lado de la carga de los dispositivos de protección de circuitos derivados de motores, como se especifica en 430-72(a).

725-5. Acceso a equipo eléctrico por detrás de los tableros diseñados para permitir el acceso. El acceso a equipo no debe obstruirse por la acumulación de alambres y cables que impidan quitar los tableros, incluyendo tableros suspendidos del techo.

725-6. Puesta a tierra de los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Los circuitos y equipos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 deben estar puestos a tierra según lo que estable-ce el Artículo 250.

725-7. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables deben soportarse sobre la estructura de la edificación, de modo que el cable no se dañe durante el uso normal de ésta.

NOTA: Para información adicional sobre cómo determinar la práctica industrial aceptada, consultar el Apéndice B2.

725-8. Equipo de control para seguridad

(a) Circuitos de control remoto. Los circuitos de control remoto de los equipos de control para seguridad deben clasificarse como de Clase 1, si cuando el equipo deja de funcionar se puede producir un riesgo directo de incendio o de muerte. No se consideran equipos de control para seguridad los termostatos para cuartos, los reguladores de la temperatura del agua y otros controles similares utilizados junto con los equipos electrodomésticos de calefacción y aire acondicionado.

(b) Protección física. Cuando una avería en el circuito de control remoto de un equipo de control para seguridad pueda producir un riesgo como los descritos en 725-8(a), todos los conductores de dichos circuitos deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit) metálico semipesado, tubo (conduit) rígido no metálico, tubería eléctrica metálica, cable de Tipo MI, Tipo MC u otro tipo debidamente protegido contra los daños físicos.

725-15. Requisitos de los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Un circuito de control remoto, de señalización o de potencia limitada debe cumplir las siguientes partes de este Artículo:

1) Circuitos Clase 1. Las Partes A y B.

2) Circuitos Clase 2 y Clase 3. Las Partes A y C.

B. Circuitos Clase 1

725-21. Clasificación de los circuitos Clase 1 y requisitos de las fuentes de alimentación. Los circuitos Clase 1 deben clasificarse en circuitos de potencia limitada de Clase 1, cuando cumplen las limitaciones de potencia del siguiente (a), o en circuitos de control remoto y señalización de Clase 1, cuando se usen para control remoto o señalización y cumplan las limitaciones de potencia del siguiente (b).

(a) Circuitos de potencia limitada de Clase 1. Estos circuitos deben estar alimentados por una fuente con salida nominal no mayor que 30 V y 1 000 VA.

(1) Transformadores de Clase 1. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de potencia limitada de Clase 1 deben cumplir lo establecido en el Artículo 450.

(2) Otras fuentes de alimentación de Clase 1. Las fuentes de alimentación distintas de los transformadores deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente de capacidad nominal inferior al 167% de los volt-amperes (VA) nominales de la fuente divididos por su tensión nominal. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con otros de mayor capacidad nominal. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Para cumplir con la limitación de 1 000 VA establecida en el Artículo 725-21(a), la salida máxima ($VA_{máx}$) de las fuentes de alimentación que no sean transformadores se debe limitar a 2 500 VA y el producto de la corriente máxima $I_{máx}$ por la tensión máxima $V_{máx}$ no debe superar los 10 000 VA. Estos valores nominales se deben determinar con cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente anulado por su conexión en derivación (cortocircuitado, puenteado).

$VA_{méx}$ es la salida máxima en voltamperes después de un minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente cortocircuitado si se usa. Para determinar los $VA_{máx}$ no debe cortocircuitarse la impedancia de limitación de corriente.

$I_{máx}$ es la corriente máxima de salida con cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente cortocircuitado (si está instalado). Al determinar la $I_{máx}$ no se debe cortocircuitar la impedancia de limitación de corriente. Cuando se utilice una impedancia de limitación de corriente, para esa aplicación o que forme parte de un producto aprobado, en combinación con una fuente de almacenamiento de energía, por ejemplo una batería, para limitar la corriente de salida, deben aplicarse los límites de I_{max} después de 5 s.

$V_{máx}$ es la tensión de salida máxima independientemente de la carga, cuando se aplica la entrada nominal.

(b) Circuitos de control remoto y señalización de Clase 1. Estos circuitos no deben exceder los 600 V. Puede limitarse la potencia de salida de la fuente de alimentación.

725-23. Protección contra sobrecorriente de los circuitos Clase 1. La protección contra sobrecorriente para conductores 2,08 mm^2 (14 AWG) y mayores se debe establecer de acuerdo con la capacidad de corriente de dichos conductores sin aplicar los factores de corrección de 310-15 a la capacidad de corriente calculada. La protección contra sobrecorriente no debe ser mayor que 7 A para los conductores 0,824 mm^2 (18 AWG) ni de 10 A para los 1,31 mm^2 (16 AWG).

Excepción: Cuando otros Artículos de esta norma exijan o permitan otro tipo de protección contra sobrecorriente.

NOTA 1: Por ejemplo, véase 430-72 para motores, 610-53 para grúas y polipastos eléctricos y 517-74(b) y 660-9 para equipos de rayos x.

725-24. Ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de un circuito Clase 1. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados en el punto donde el conductor por proteger es alimentado.

Excepción 1: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor de mayor tamaño o designación nominal protege también al más pequeño.

Excepción 2: Conductores secundarios del transformador. Se permite proteger contra la sobrecorriente, por el dispositivo de protección en el lado del primario (alimentación) del transformador, los conductores de circuito clase 1 alimentados por el secundario de un transformador monofásico que tiene sólo un secundario de dos fases (tensión única); siempre que dicha protección cumpla lo establecido en 450-3 y no exceda el valor determinado al multiplicar la capacidad de corriente del conductor secundario por la relación de tensión del secundario al primario del transformador. Los conductores secundarios del transformador diferentes a los de dos fases no se consideran protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario.

Excepción 3: Conductores de salida de una fuente de alimentación electrónica. Se permite proteger los conductores de un circuito clase 1 alimentados por la salida de una fuente de alimentación electrónica certificada monofásica diferente a la de un transformador, que tenga sólo una salida de dos fases (de un sola tensión) para conectarse con circuitos de Clase 1, mediante protección contra la sobrecorriente proporcionada en el lado de entrada de la fuente de alimentación electrónica, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la capacidad de corriente del conductor de circuito Clase 1 por la relación de la tensión de salida a la tensión de entrada. Las salidas de fuente de alimentación electrónica, diferentes a las

dos fases (de tensión única), conectadas a circuitos Clase 1 no deben considerarse protegidas contra la sobrecorriente por la protección en la entrada de la fuente de alimentación electrónica.

NOTA: Un ejemplo de fuente de alimentación de Clase 1 que cumpla con los requisitos de 725-23 es una fuente de alimentación electrónica monofásica cuya salida alimente un circuito de dos fases (de tensión única).

Excepción 4: Los conductores de 2,08 mm^2 (14 AWG) y mayores de circuitos clase 1, que se derivan desde el lado de carga del dispositivo o dispositivos de protección contra la sobrecorriente de un circuito controlado de iluminación y fuerza requieren sólo protección de cortocircuito y falla a tierra y se permite protegerlos mediante dispositivos de protección contra la sobrecorriente del circuito derivado cuando la capacidad nominal de tales dispositivos sea máximo del 300% de la capacidad de conducción de corriente del conductor del circuito de clase 1.

725-25. Métodos de alambrado para circuitos Clase 1. La instalación de los circuitos Clase 1 debe cumplir los correspondientes Artículos del Capítulo 3.

Excepción 1: Lo que se establece en las Secciones 725-26 a 725-28.

Excepción 2: Cuando otros Artículos de esta norma exijan o permitan otros métodos.

725-26. Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización.

(a) Dos o más circuitos Clase 1**.** Se permite que los circuitos Clase 1 ocupen el mismo cable, envolvente o canalización, independientemente si son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la máxima tensión de cualquier conductor que haya en el cable, envolvente o canalización.

(b) Circuitos Clase 1 con circuitos de suministro de fuerza. Sólo se permite que los circuitos Clase 1 ocupen el mismo cable, envolvente o canalización con los circuitos de suministro de fuerza cuando los equipos a los que estén conectados estén funcionalmente asociados.

Excepción 1: Cuando estén instalados en centros de control prefabricados o ensamblados en sitio.

Excepción 2: Los conductores subterráneos en un registro de inspección, siempre que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(a) Que los conductores del circuito de suministro de fuerza o del circuito Clase 1 estén en un cable con recubrimiento metálico o de Tipo UF.

(b) Que, además del aislante del alambre, los conductores del circuito Clase 1 estén separados permanentemente de los de suministro de fuerza por un material continuo no conductor bien sujeto, por ejemplo tubería flexible.

(c) Que los conductores estén permanente y eficazmente separados de los de suministro de fuerza y bien sujetos a soportes, aisladores u otros medios aprobados.

725-27. Conductores de los circuitos Clase 1.

(a) tamaño y designación nominal y uso. Se permite usar conductores de un tamaño 0,824 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG) siempre que las cargas alimentadas no superen las capacidades de corriente dadas en 402-5, y además estén instalados en una canalización o tubería o un cable aprobado. Los conductores de tamaño o designación nominal mayor que 1,31 mm^2 (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que las capacidades de corriente dadas en 310-15. Los cordones flexibles deben cumplir lo dispuesto en el Artículo 400.

(b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser para 600 V. Los conductores de un tamaño o designación nominal mayor que 1,31 mm^2 (16 AWG) deben cumplir lo establecido en el Artículo 310. Los conductores con un tamaño de 0,824 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG) deben ser de Tipo, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFFN, TFN. Se permite utilizar conductores de otros tipos o de otros espesores de aislamiento, siempre que estén aprobados para usarlos en circuitos Clase 1.

725-28. Número de conductores en los soportes tipo charola para cables y en las canalizaciones. Factores de corrección.

(a) Conductores de circuitos Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos Clase 1, el número de conductores debe determinarse de acuerdo con 300-17. Sólo deben aplicarse los

factores de corrección de 310-15(g)(1) si dichos conductores transportan continuamente cargas mayores al 10 % de la capacidad de corriente de cada conductor.

(b) Conductores para suministro de fuerza y circuitos Clase 1. Cuando, según lo permitido en 725- 26, en una canalización haya conductores de circuitos Clase 1 y para suministro de fuerza, el número de conductores debe determinarse de acuerdo con 300-17. Los factores de corrección de 310-15(g)(1) deben aplicarse del siguiente modo:

(1) A todos los conductores, cuando los conductores del circuito Clase 1 transporten continuamente cargas mayores al 10% de la capacidad de conducción de corriente de cada conductor y el número total de conductores sea más de tres.

(2) Sólo a los conductores para suministro de fuerza, cuando los conductores del circuito Clase 1 no transporten continuamente cargas mayores al 10% de la capacidad de conducción de corriente de cada conductor y el número total de conductores para suministro de fuerza sea de más de tres.

(c) Conductores de circuitos Clase 1 en soportes tipo charola para cables. Cuando haya instalados conductores de circuitos Clase 1 en soportes tipo charola para cables, deben cumplir lo establecido en 318-9 a 318-11.

725-29. Circuitos que se extienden más allá de un edificio. Si los circuitos Clase 1 salen en forma aérea más allá de un edificio, también deben cumplir los requisitos del Artículo 225.

C. Circuitos Clase 2 y Clase 3

725-41. Fuentes de alimentación para circuitos Clase 2 y Clase 3.

(a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito Clase 2 o Clase 3 debe ser como se especifica en (1), (2), (3) o (4) siguientes:

NOTA 1: En la Figura 725-41 se indican las relaciones entre las fuentes de alimentación Clase 2 o Clase 3, su alimentación y los circuitos Clase 2 o Clase 3.

NOTA 2: En las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 10 se establecen los requisitos de las fuentes de alimentación aprobadas para Clase 2 y Clase 3.

1) Un transformador aprobado para Clase 2 o Clase 3.

2) Una fuente de alimentación aprobada para Clase 2 o Clase 3.

3) Otro equipo aprobado y marcado para identificar la fuente de alimentación de Clase 2 o Clase 3.

NOTA: Ejemplos de otros equipos son:

1. una placa aprobada (circuito impreso) para usar como fuente de alimentación para circuitos Clase 2 o Clase 3 si forma parte de un conjunto aprobado;

2. una impedancia de limitación de corriente si es para ese propósito o forma parte de un conjunto aprobado, utilizada junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía, como una batería, para limitar la corriente de salida;

3. un termopar.

Excepción: Es opcional que los termopares estén aprobados como fuente de alimentación para circuitos Clase 2.

4) Los equipos aprobados de procesamiento de datos (computadoras) de potencia limitada.

NOTA: Para información adicional sobre como determinar los requisitos aplicables a los equipos de procesamiento de datos (computador), véase Apéndice B2.

Estos circuitos son normalmente los que se usan para conectar equipos de procesamiento de datos con el propósito de intercambiar información (datos).

5) Una batería seca debe considerarse una fuente de alimentación de Clase 2 intrínsecamente limitada, siempre que tenga 30 V o menos y que su capacidad sea igual o menor que la disponible de celdas No. 6 de zinc y carbón conectadas en serie.

(b) Conexión de fuentes de alimentación. No deben conectarse en paralelo ni de ningún otro modo las salidas de las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3, a menos que estén aprobadas para ello.

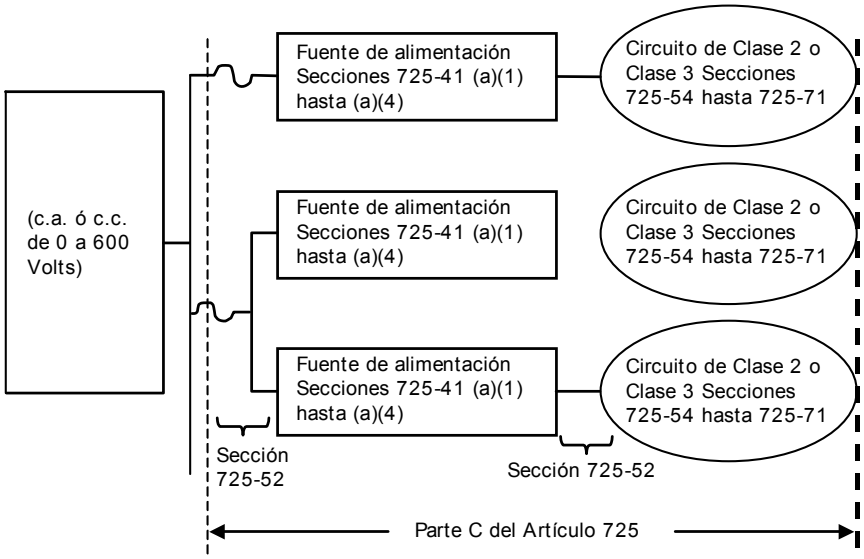


FIGURA 725-41.- Circuitos Clase 2 y Clase 3

725-51. Métodos de alambrado en el lado de la alimentación de las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3. Los conductores y equipos que estén en el lado de la alimentación de las fuentes de alimentación deben instalarse de acuerdo con los requisitos apropiados de los Capítulos 1 a 4. Los transformadores u otros dispositivos que se alimenten desde circuitos de alumbrado o fuerza deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente de máximo 20 A nominales.

Excepción: Se permite que los terminales de entrada de un transformador u otra fuente de alimentación que den suministro a un circuito Clase 2 o Clase 3, sean de tamaño o designación menor que 2,08 mm^2 (14 AWG) pero no menor que 0,824 mm^2 (18 AWG) si no tienen más de 305 mm de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en 725-27(b).

725-52. Materiales y métodos de alambrado en el lado de la carga de la fuente de alimentación de Clase 2 o Clase 3. Los conductores en el lado de la carga de la fuente de alimentación deben estar aislados como mínimo según lo que exige en 725-71 y deben instalarse de acuerdo con lo establecido en 725-54 y 725- 61.

725-54 Instalación de los conductores y equipos

(a) Separación entre los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

(1) En cables, compartimientos, soportes tipo charola para conductores, envolventes, registro de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones. Los cables y conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3 no deben ubicarse en cables, compartimientos, soportes tipo charola para conductores, envolventes, registro de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos ni canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, estén separados de los de los circuitos Clase 2 o Clase 3 por una barrera. En las envolventes se permite instalar los conductores de los circuitos Clase 2 o Clase 3 en una canalización dentro de dichas envolventes que los separe de los de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 2: Los conductores en compartimientos, envolventes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares en los que los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y cables de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media, se introduzcan únicamente para conectarse a los equipos conectados a circuitos Clase 2 o Clase 3 a los cuales se conectan los otros conductores, y:

(a) Los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y cables de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media se instalen de modo que queden como mínimo a 6,35 mm de distancia de los cables y conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3; o

(b) Los conductores del circuito operen a 150 V o menos a tierra y además cumplan con uno de los siguientes requisitos:

(1) Que los circuitos Clase 2 o Clase 3 se instalen con cables de Tipo CL3, CL3R o CL3P o cables substitutos permitidos, siempre que los conductores de los cables del circuito Clase 3 que se extiendan más allá de la cubierta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6,35 mm o por una manga o barrera no conductora, o

(2) Que los conductores de los circuitos Clase 2 o Clase 3 se instalen como un circuito Clase 1, de acuerdo con g725-21.

Excepción 3: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada y cables de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media entren en compartimentos, envolventes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, solamente para conectarse con los equipos conectados a circuitos Clase 2 o Clase 3 a los cuales se conecten los otros conductores en la envolventes. Si los conductores deben entrar en una envolvente con una sola abertura, se permite que lo hagan a través de un accesorio sencillo (tal como una " T") siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y bien sujeto, como una tubería flexible.

Excepción 4: Los conductores subterráneos en un registro de inspección, cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:

(a) Los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media, estén dentro de un cable con recubrimiento metálico o un cable de Tipo UF.

(b) Los conductores estén permanente y eficazmente separados de los conductores de otros circuitos mediante una barrera no conductora continua y bien sujeta, tal como tubería flexible, adicional al aislamiento o recubrimiento del alambre.

(c) Los conductores estén permanente y eficazmente separados de los conductores de otros circuitos y bien sujetos a soportes, aisladores u otros apoyos aprobados.

Excepción 5: Según se permite en 780-6(a) y si se instalan de acuerdo con lo que establece el Artículo 780.

Excepción 6: En soportes tipo charola, donde los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, y de alarma contra incendios de potencia no limitada estén separados mediante una barrera fija sólida de un material compatible con el soportes tipo charola para conductores o donde se instalen circuitos de Clase 2 y Clase 3 en cable Tipo MC.

(2) En los cubos de los ascensores. En los cubos de los ascensores, los conductores de los circuitos Clase 2 o Clase 3 deben instalarse en tubo metálico (conduit) tipo pesado, tubo (conduit) rígido no metálico, tubo (conduit) metálico tipo semipesado o tuberías eléctricas metálicas.

Excepción: Lo que se establece en 620-21 para ascensores y equipos similares.

(3) Otras aplicaciones. Los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 deben separarse como mínimo a 50 mm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando: (1) todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media; o (2) todos los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén instalados en una canalización o cables con armadura metálica, cable armado, cables con armadura no metálica o cable de Tipo UF.

Excepción 2: Cuando todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media estén separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 por una barrera continua, no conductora y bien sujeta, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento de los conductores.

(b) Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización

(1) Dos o más circuitos Clase 2. Se permite instalar los conductores de dos o más circuitos Clase 2 en el mismo cable, envolvente o canalización.

(2) Dos o más circuitos Clase 3. Se permite instalar los conductores de dos o más circuitos Clase 3 en el mismo cable, envolvente o canalización.

(3) Circuitos Clase 2 con circuitos Clase 3. Se permite instalar los conductores de uno o más circuitos Clase 2 en el mismo cable, envolvente o canalización con conductores de circuitos Clase 3 siempre que el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase 2 que haya en el cable, envolvente o canalización sea como mínimo el exigido para los conductores de los circuitos Clase 3.

(4) Conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3 con circuitos de comunicaciones. Se permite instalar conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable, con circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos Clase 2 y Clase 3 deben clasificarse como circuitos de comunicaciones y cumplir los requisitos del Artículo 800. Los cables deben estar aprobados como cables de comunicaciones o multipropósito.

Excepción: No se exige que los cables construidos con base en conductores individuales aprobados de Clase 2 y Clase 3 y de comunicaciones, instalados dentro de la misma cubierta estén clasificados como cables de comunicaciones. La clasificación de resistencia al fuego para estos cables compuestos debe determinarse por su desempeño.

(5) Cables de Clase 2 o Clase 3 con cables de otros circuitos. Se permite que en la misma tubería o canalización haya cables cubiertos de circuitos Clase 2 o Clase 3 con cables también cubiertos de cualquiera de los siguientes circuitos:

(a) Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan lo establecido en el Artículo 760;

(b) Cables de fibra óptica, conductores o no conductores, que cumplan lo establecido en el Artículo 770;

(c) Circuitos de comunicaciones que cumplan lo establecido en el Artículo 800;

(d) Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión que cumplan lo establecido en el Artículo 820;

(e) Cables de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia baja, de conformidad con el Artículo 830.

(c) Conductores de circuitos que se extiendan más allá de un edificio. Cuando los conductores de circuitos Clase 2 o Clase 3 se extiendan más allá de un edificio y vayan tendidos de modo que puedan entrar en contacto accidental con conductores de circuitos de alumbrado o fuerza, que funcionen a más de 300 V a tierra o estén expuestos a los rayos por los circuitos que haya entre los edificios de un mismo predio, también deben cumplirse los requisitos siguientes:

(1) Los establecidos en 800-10, 800-12, 800-13, 800-30, 800-31, 800-32, 800-33 y 880-40, cuando los conductores no sean coaxiales.

(2) Los establecidos en 820-10, 820-33 y 820-40 para conductores coaxiales.

(d) Apoyos de los conductores. Los conductores de circuitos Clase 2 o Clase 3 no deben ajustarse con abrazaderas, cinta o cualquier medio al exterior de cualquier tubo (conduit) u otra canalización como medios de apoyo. Excepción: Lo que permite la Sección 300-11(b)(2).

725-61. Aplicaciones de los cables certificados de Clase 2, Clase 3 y PLTC. Los cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC deben cumplir los siguientes requisitos (a) hasta (g):

(a) Cámaras plena (de aire). Los cables instalados en cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios utilizados para ventilación (aire ambiental) deben ser de tipo CL2P o CL3P.

Excepción: Los cables y alambres aprobados e instalados que cumplen lo establecido en 300- 22.

(b) secciones verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en secciones verticales de un pozo deben ser de tipo CL2R o CL3R. Cuando se requiera que los cables que pasen a través del piso sean de tipo CL2R o CL3R, sólo deben usarse cables para uso en secciones verticales o cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Se permite utilizar otros cables de acuerdo con la Tabla 725-61 y otros métodos de alambrado de acuerdo con el Capítulo 3, si están instalados en canalizaciones metálicas o ubicados en cubos protegidos contra incendios con cortafuegos en cada piso.

Excepción 2: En viviendas unifamiliares y bifamiliares se permite utilizar cables de Tipo CL2, CL3, CL2X y CL3X. NLM: Para los requisitos de cortafuegos para penetraciones en el piso, véase el Artículo 300-21.

(c) Soportes tipo charola para conductores. Los cables instalados en soportes tipo charola para conductores en exteriores deben ser de tipo PLTC. Los cables instalados en soportes tipo charola para conductores, en interiores deben ser de tipo PLTC, CL3P, CL3R, CL3, CL2P, CL2R y CL2. NLM: Para los cables permitidos en soportes tipo charola para conductores, véase 800-52(d).

(d) Areas peligrosas (clasificadas). Los cables instalados en áreas peligrosas (clasificadas) deben ser de Tipo PLTC. Cuando, según en 501- 4(b), 502-4(b) y 504-20, se permita utilizar cables de Tipo PLTC, los cables deben instalarse en soportes tipo charola para conductores, en canalizaciones, sujetos por cables mensajeros o de cualquier otra forma apoyados adecuadamente, y protegidos mecánicamente por ángulos, columnas, canales u otros medios mecánicos; o enterrados directamente, si están aprobados para este uso.

Excepción 1: En los circuitos Clase 2, según se permite en 501-4(b) Excepción.

Excepción 2: En los circuitos de termopares de Clase 2 se permite que los conductores de los cables PLTC utilizados sean del mismo material que se utilice para el alambre de extensión de los termopares.

Excepción 3: En establecimientos industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas realizan mantenimiento a la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daño físico, se permite el empleo de cable tipo PLTC, que cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable tipo MC y esté identificado para dicho uso, como alambrado a la vista entre la soportes tipo charola para conductores y el equipo de utilización en longitudes máximas de 16 m, donde el cable esté apoyado y protegido contra daño físico mediante dispositivos mecánicos tales como columnas especiales, ángulos o canales. Debe apoyarse el cable y asegurarlo en intervalos que no superen los 2,0 m.

(e) Otro alambrado dentro de los edificios. Los cables instalados dentro de los edificios en lugares distintos a los tratados en los anteriores apartados (a) hasta (d) deben ser de Tipo CL2 o CL3.

Excepción 1: Los cables de Tipo CL2X o CL3X cuando se instalen en una canalización o con alguno de los métodos de alambrado de los que trata el Capítulo 3.

Excepción 2: En espacios no resguardados, cuando la longitud del tramo de cable expuesto no pase de 3,05 m.

Excepción 3: Los cables de Clase 2 Tipo CL2X de diámetro menor que 6,4 mm y los de Clase 3 Tipo CL3X aprobados, de diámetro menor que 6,4 mm instalados en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

Excepción 4: Los cables aprobados de Clase 2 Tipo CL2X de diámetro menor que 6,4 mm y los aprobados de Clase 3 Tipo CL3X de diámetro menor que 6,4 mm instalados en espacios no resguardados de viviendas multifamiliares.

Excepción 5: Los alambres y cables de comunicaciones de Tipo CMUC instalados bajo alfombras.

(f) Conjuntos de conexión cruzada. Se deben utilizar conductores o cables de Tipo CL2 o CL3.

(g) Usos y sustituciones permitidas de los cables de Clase 2 y Clase 3. Los usos y sustituciones de los cables de Clase 2 y Clase 3 indicados en la Tabla 725-61, deben considerarse adecuados para ese propósito y deben permitirse.

NOTA: Para más información sobre los cables de Tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX, véase 800-50.

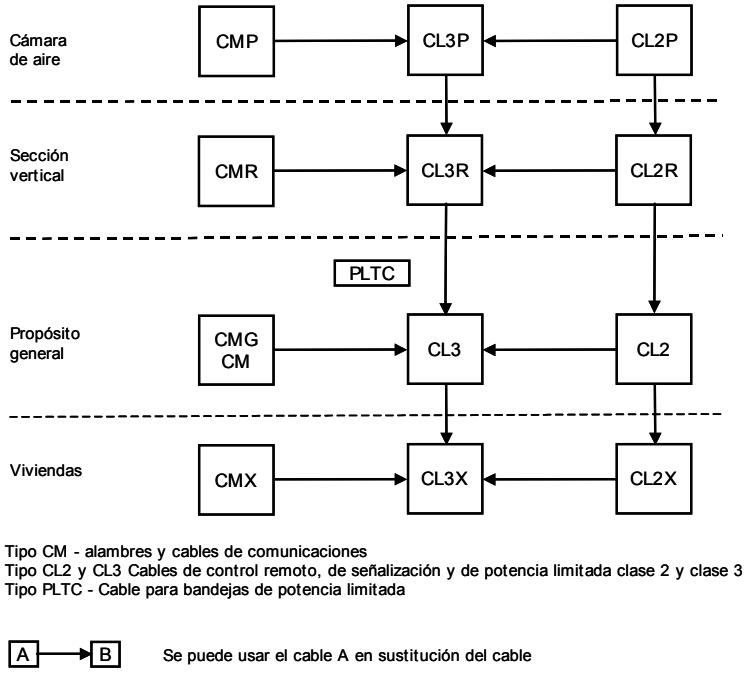


FIGURA 725-61.- Jerarquía de sustitución de los cables

725-71. Aprobado y marcado de los cables de Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC. Los cables de Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC, que se instalen dentro de edificaciones deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego según los demás requisitos de los apartados (a) hasta (g) siguientes y estar marcados según el apartado (h):

(a) Tipos CL2P y CL3P. Los cables de Tipo CL2P y CL3P para cámaras plenas (de aire), deben estar aprobados para uso en cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios de circulación de aire ambiental; además, deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

TABLA 725-61.- Aplicaciones y sustituciones de los cables permitidos

Tipo de Cable	Uso	Referencias	Sustituciones permitidas
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de distribución de aire	725-61(a)	CMP
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de distribución de aire	725-61(a)	CMP, CL3P
CL3R	Cable de Clase 3 para secciones verticales	725-61(b)	CMP, CL3P CMR
CL2R	Cable de Clase 2 para secciones verticales	725-61(b)	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R
PLTC	Cable de potencia limitada para bandejas portacables	725-61(c) y (d)	
CL3	Cable de Clase 3	725-61(b)(e) y (f)	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC
CL2	Clase de Clase 2	725-61(b)(e) y (f)	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3
CL3X	Cable de Clase 3 de uso limitado	725-61(b) y (e)	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC, CL3, CMX
CL2X	Cable de Clase 2 de uso limitado	725-61(b) y (e)	CMP, CL3, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3, CL2, CMX, CL3X

NOTA: Un método para definir la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido al realizar la prueba, a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 y una densidad óptica promedio máxima de 0,15. En forma similar, un método para definir la resistencia a la flama de los cables consiste en establecer la distancia permisible de viaje de la llama de 1,50 m al ser evaluado de acuerdo con la misma prueba. Véase apéndice B1.

(b) Tipos CL2R y CL3R. Los cables para secciones verticales, Tipo CL2R y CL3R, deben estar aprobados para instalarlos en tramos verticales dentro de cubos o de piso a piso, además, deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego para que no transmitan las llamas de un piso a otro.

NOTA: Un método para determinar si las características de resistencia a la flama puedan evitar el transporte de la llama de un piso a otro es someterlo al método de prueba para la determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical. Ver Apéndice B1.

(c) Tipos CL2 y CL3. Los cables de Tipo CL2 y CL3 deben estar aprobados como adecuados para uso general excepto en secciones verticales, cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios utilizados para circulación de aire ambiental; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación de la flama es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior del soporte tipo charola para conductores en la prueba de flama vertical para el soporte tipo charola, véase Apéndice B1. Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no superior a 1,5 m cuando se le somete la prueba de flama vertical, véase Apéndice B1.

(d) Tipos CL2X y CL3X. Los cables de uso limitado de Tipo CL2X y CL3X deben estar aprobados para uso en viviendas y canalizaciones, y además estar aprobados como retardantes de las flamas.

NOTA: Un método para establecer si un conductor es resistente a la propagación de la flama, consiste en someterlo a la prueba de flama para cables verticales VW-1, véase apéndice B1.

(e) Tipo PLTC. Los cables de potencia limitada con armadura no metálico para soportes tipo charola, Tipo PLTC (soportes tipo charola para conductores de potencia limitada), deben ser aprobados para usarlos en soportes tipo charola para conductores y deben consistir en un conjunto montado de dos o más conductores aislados en una armadura no metálica, y marcados según establecen en 310-11 y la Tabla 725-71. Los conductores aislados deben ser de 0,325 mm^2 (22 AWG) al 3,31 mm^2 (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre (sólido o trenzado) y el aislamiento sobre los conductores debe ser adecuado para 300 V. El núcleo del cable debe ser alguno de los siguientes:

(1) dos o más conductores paralelos;

(2) uno o más grupos de conductores trenzados o paralelos; o

(3) una combinación de ambos. Se permite aplicar sobre el núcleo del cable, sobre grupos de conductores o sobre ambos, una cubierta metálica o una armadura de hoja metalizada con cable o cables de drenaje (fuga). El cable debe estar aprobado como resistente a la propagación del fuego. El material de la cubierta exterior debe ser de material no metálico y resistente a la humedad y a la luz del sol.

Excepción 1: No se exige que haya una cubierta exterior no metálica cuando se aplique sobre la armadura no metálica una cubierta metálica lisa, un armadura metálica soldada y corrugada o una armadura de cinta traslapada. En los cables con armadura metálica sin cubierta exterior no metálica, la información requerida en 310- 11 debe ubicarse en la cubierta no metálica bajo la cubierta.

Excepción 2: En los circuitos de termopares de Clase 2 se permite que los conductores de los cables PLTC utilizados sean de cualquiera de los materiales que se utilicen para el alambre de extensión de los termopares.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego hasta la parte superior del soporte tipo charola para conductores en la prueba de flama para soportes tipo charola para conductores verticales, véase Apéndice B1. Otro método para definir la resistencia a la propagación del fuego consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada no es mayor que 1,5 m cuando se le somete al ensayo de flama vertical para cables en soportes tipo charola para conductores, véase apéndice B1.

(f) Tensión nominal de los cables de Clase 3. Los cables de Clase 3 deben tener una tensión nominal no menor que 300 V.

(g) Conductores sencillos de Clase 3. Los conductores sencillos de Clase 3 usados como un alambrado diferente dentro de edificios no deben tener un tamaño o designación nominal menor que 0,824 mm^2

(18 AWG) y deben ser del Tipo CL3. Se permiten a los tipos de conductores descritos en 725-27(b) que también están aprobados como Tipo CL3.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego es que al someter los cables a la prueba de Flama Vertical para cables en soportes tipo charola para conductores, éstos no propaguen el fuego hasta la parte superior del soportes tipo charola para conductores. Otro método para definir la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para soportes tipo charola para cables. Véase Apéndice B1.

(h) Marcado. Los cables deben estar marcados de acuerdo con la Tabla 725-71. La tensión nominal no debe marcarse en los cables.

NOTA: Si se marca la tensión nominal en los cables se puede mal interpretar, como sugiriendo que los cables pueden utilizarse en circuitos de alumbrado de Clase 1 y de fuerza.

Excepción: Se permite que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando estén aprobados para varias aplicaciones y las condiciones de aprobación de alguna de ellas así lo requiera.

TABLA 725-71.- Aplicaciones de los cables y sustituciones permitidas

Tipo de Cable	Uso	Referencias
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de distribución de aire	725-71(a)(f) y (h)
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de distribución de aire	725-71(a) y (h)
CL3R	Cable de Clase 3 para secciones verticales	725-71(b)(f) y (h)
CL2R	Cable de Clase 2 para secciones verticales	725-71(b) y (h)
PLTC	Cable de potencia limitada para bandejas portacables	725-71(e) y (h)
CL3	Cable de Clase 3	725-71(c)(f) y (h)
CL2	Clase de Clase 2	725-71(c)(f) y (h)
CL3X	Cable de Clase 3 de uso limitado	725-71(d)(f) y (h)
CL2X	Cable de Clase 2 de uso limitado	725-71(d)(f) y (h)

NOTA: Los tipos de cables de Clase 2 y Clase 3 están relacionados en orden descendente en cuanto a resistencia al fuego. Los cables de Clase 3 están relacionados por encima de los de Clase 2, puesto que pueden utilizarse en sustitución de los de Clase 2.

ARTICULO 727-CABLES PARA SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CONDUCTORES DE INSTRUMENTACION TIPO ITC

727-1. Alcance. Este Artículo trata las especificaciones del uso, instalación y construcción de cable para soportes tipo charola para conductores de instrumentación aplicables a los circuitos de instrumentación y control que funcionan a 150 V o menor y 5 A o menor.

727-2. Definición. Un cable de Tipo ITC para soportes tipo charola para conductores de instrumentación, es un conjunto montado en fábrica de dos o más conductores aislados, con o sin conductor o conductores de puesta a tierra y encerrado dentro de un forro no metálico.

727-3. Otros Artículos. Además de las disposiciones de este Artículo, la instalación del cable Tipo ITC debe cumplir con los demás Artículos aplicables de esta norma, tales como los Artículos 240, 250, 300 y 318.

727-4. Usos permitidos. Se permite utilizar cable de Tipo ITC en establecimientos industriales donde las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que la instalación es atendida sólo por personas calificadas:

(1) En soportes tipo charola para conductores.

(2) En canalizaciones.

(3) En áreas peligrosas (clasificadas), cuando lo permitan los Artículos 501, 502, 503, 504 y 505.

(4) Como alambrado a la vista donde se encuentre equipado con un forro metálico liso, metálico corrugado continuo o blindaje de cinta traslapada aplicada sobre el forro no metálico de acuerdo con 727-6.

El cable debe apoyarse y asegurarse a intervalos menores de 1,80 m.

Excepción 1: Se permite la instalación de cable tipo ITC sin forro metálico o armadura como alambrado a la vista entre el soportes tipo charola para conductores y el equipo en longitudes menores 16 m donde el cable esté apoyado y protegido contra daño físico mediante protección mecánica, tal como columnas especiales, ángulos o canales. El cable debe apoyarse y asegurarse a intervalos menores 1,80 m.

Excepción 2: Se permite la instalación de cable tipo ITC, que cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable tipo MC y esté identificado para su uso, como alambrado a la vista entre el soporte tipo charola para conductores y el equipo en tramos menores a los 1,24 m. El cable debe estar apoyado y asegurado en intervalos de longitud menor que 1,80 m.

(5) Como cables aéreos con un cable mensajero.

(6) Directamente enterrados cuando estén identificados para ese uso.

(7) Bajo suelos elevados en salas de control y de cuartos de bastidores donde estén dispuestos de tal forma que se eviten daños a los cables.

727-5. Usos no permitidos. No deben usarse cables de Tipo ITC en circuitos que funcionen a más de 150 V o más de 5 A.

La instalación de cable Tipo ITC con otros cables debe estar sujeta a las disposiciones establecidas en los Artículos específicos para los otros cables. Cuando los Artículos específicos no contengan las disposiciones establecidas para la instalación con cable tipo ITC, no se permite la instalación del cable tipo ITC con los otros cables.

No deben instalarse cables de Tipo ITC en circuitos de fuerza, alumbrado, Clase 1 o de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando terminen dentro de equipos o cajas de empalme y las separaciones se mantengan mediante barreras aislantes u otros medios.

Excepción 2: Cuando se aplique una cubierta metálico o un armado sobre el forro no metálico del cable tipo ITC.

727-6. Construcción. Los conductores aislados de los cables de Tipo ITC deben tener tamaños entre 0,325 mm^2 (22 AWG) y 3,31 mm^2 (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre o aleación de termopar. El aislamiento de los conductores debe ser para 300 V nominales. Se permite la cubierta.

Los cables deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego. La cubierta exterior debe ser además resistente a la humedad y a la luz del sol.

Cuando se aplique una cubierta metálica lisa, un cubierta metálica continuo y corrugado o un armado de cinta traslapada sobre la cubierta no metálica del cable, se permite, aunque no se requiere, aplicar una cubierta exterior no metálica.

727-7. Marcado. Los cables deben marcarse según lo establecido en 310-11.

727-8. Capacidad permisible de corriente. La capacidad de conducción de corriente para los conductores debe ser 5 A, excepto para los de 0,325 mm^2 (22 AWG), la cual debe ser 3 A.

727-9. Protección contra la sobrecorriente. La protección contra la sobrecorriente no debe exceder los 5 A para conductores 0,519 (20 AWG) y mayores, ni ser mayor que 3 A para los 0,325 mm^2 (22 AWG).

727-10. Curvas. Las curvas en los cables de Tipo ITC deben hacerse de manera que no se dañe el cable.

ARTICULO 760-SISTEMAS DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

A. Disposiciones generales

760-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de alambrado y equipos de sistemas de alarma contra incendios, incluidos todos los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma.

NOTA 1: Los sistemas de alarma contra incendios incluyen los de detección del fuego y notificación de la alarma, puestos de guardia, flujo de agua de los rociadores automáticos y sistemas de supervisión de los mismos. Los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios incluidos los circuitos de control para las funciones de los sistemas de seguridad del edificio, captura de ascensores, parada de ascensores, apertura de puertas, control de las compuertas y puertas cortahumos, control de las puertas y ventanas cortafuegos y parada de los ventiladores, pero únicamente cuando estos circuitos estén alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios. Para más información sobre la instalación y supervisión de los requisitos integrales de los sistemas de alarma contra incendios, véase Apéndice B2.

NOTA 2: Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3, se definen en el Artículo 725.

760-2. Definiciones. Para efectos de este Artículo se utilizan las siguientes definiciones:

Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendios: Cable empleado en sistemas de alarma contra incendios con el fin de asegurar la continuidad del funcionamiento de los circuitos críticos durante un tiempo especificado bajo condiciones de incendio.

Circuito de alarma contra incendios. Parte del sistema de alambrado entre el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o la alimentación de potencia limitada y el equipo conectado de todos los circuitos alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios se clasifican en circuitos de potencia limitada y de potencia no limitada.

Circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA): Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en 760- 21 y 760-23.

Circuito de alarma contra incendios de potencia limitada (PLFA): Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en 760-41.

760-3. Ubicación y referencia a otros artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con los incisos (a) hasta (f) siguientes. Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo deben aplicarse a los sistemas de alarma contra incendio:

a) **Propagación del incendio o productos de la combustión.** Véase 300-21.

b) **Ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios para manejo de aire.** Véase 300-22, cuando los sistemas se instalen en ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios usados para aire ambiental.

Excepción: Lo permitido en 760-17 (e)(1) y (2) y 760-53(a).

c) **Areas peligrosas (clasificadas).** Cuando se instalan en áreas peligrosas (clasificadas), los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir con los Artículos del 500 al 516, y la Parte D del Artículo 517.

d) **Areas con ambientes corrosivos, húmedos o mojados.** Cuando se instalan en áreas con ambientes corrosivos, húmedos o mojados, los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en 110-11, 300-6 y 310-9.

e) **Circuitos de control de los edificios**. Cuando los circuitos de control de sistemas de los edificios (por ejemplo control de elevadores, ventiladores, etc.), estén asociados con los sistemas de alarma contra incendios, deben cumplir con el Artículo 725.

f) **Cables de fibra óptica.** Cuando se utilicen cables de fibra óptica para circuitos de alarma contra incendio, los cables deben instalarse cumpliendo con lo establecido en el Artículo 770.

760-5. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de tableros diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no debe verse impedido por acumulación de conductores y cables que impidan quitar los tableros, incluso los de los techos falsos.

760-6. Puesta a tierra de los circuitos y equipos de alarma contra incendios. Los circuitos y equipo de alarma contra incendios, deben ser puestos a tierra conforme a lo establecido en el Artículo 250.

760-7. Circuitos de alarma contra incendios que se extienden más allá de un edificio. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, que se extiendan más allá de un edificio y que estén instalados en sitios exteriores, tienen que cumplir los requisitos de instalación del Artículo 800, partes B, C y D o cumplir con los requisitos de instalación del Artículo 225. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada que se extiendan más allá de un edificio y que estén instalados en sitios exteriores deben cumplir los requisitos del Artículo 225.

760-8. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos de alarma contra incendios deben instalarse de manera organizada. Los cables deben apoyarse en la estructura del edificio de modo que no resulten dañados durante el uso normal de ésta.

NOTA: Para información adicional sobre la forma de determinar la práctica industrial aceptada consultar el Apéndice B2.

760-10. Identificación de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben identificarse en los lugares de sus terminales y empalmes, de modo que se evite la interferencia accidental con el circuito de señalización, durante su prueba y mantenimiento.

760-15. Requisitos de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en las siguientes partes de este Artículo:

(a) Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada (NPLFA): Partes A y B.

(b) Circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada (PLFA): Partes A y C.

B. Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA)

760-21. Requisitos de la fuente de alimentación del circuito NFLPA. La fuente de alimentación para los circuitos los circuitos de alarma de incendios de potencia no-limitada, debe de cumplir con los Capítulos 1 al 4, y la tensión eléctrica de salida no debe ser mayor que 600 V nominales.

760-23. Protección contra sobrecorriente del circuito NPLFA. Los conductores de tamaño nominal de 2,08 mm^2 (14 AWG) y mayores deben protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con su capacidad de corriente sin aplicar los factores de corrección especificados en 310-15 para el cálculo de dicha capacidad. La protección contra sobrecorriente no debe exceder de 7 A para conductores de 0,824 mm^2 (18 AWG) y de 10 A para conductores de 1,31 mm^2 (16 AWG).

Excepción: Cuando en otros Artículos de esta norma, se permiten o requieren otras protecciones contra sobrecorriente.

760-24. Ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito NPLFA. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor por ser protegido, debe situarse en el punto de conexión del conductor a la red de alimentación.

Excepción 1: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor de mayor tamaño nominal también protege a los conductores de menor tamaño nominal.

Excepción 2: Conductores del secundario del transformador. Los conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, alimentados desde el secundario de un transformador monofásico que tenga solamente dos hilos (una sola tensión eléctrica), se permite que sean protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado del primario del transformador (lado de alimentación), siempre y cuando la protección esté de acuerdo con lo indicado en 450-3, y no exceda el valor determinado por la multiplicación de la capacidad de conducción de corriente del conductor en el secundario, por la relación de transformación de tensión del secundario al primario del transformador. Los conductores del secundario del transformador de más de dos hilos, no están considerados para ser protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario.

Excepción 3: Conductores de salida de la fuente de alimentación electrónica. Se permite conductores de circuito de potencia no limitada alimentados por la salida de una fuente de alimentación electrónica monofásica, diferente a un transformador, y que tenga sólo una salida de un hilo (tensión única) para conectarse a circuitos de potencia no limitada, a fin de protegerse mediante el dispositivo de protección contra la sobrecorriente proporcionado en el lado de entrada de la fuente de alimentación electrónica, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la capacidad de conducción de corriente del conductor de circuito de potencia no limitada por la relación de la tensión de la salida a la de la entrada. Las salidas de una fuente de alimentación electrónica, diferentes a los dos hilos (tensión única) conectadas a circuitos de potencia no limitada, no deben considerarse como protegidas por la protección contra sobrecorriente en la entrada de la fuente de alimentación electrónica

NOTA: Un ejemplo de fuente de alimentación de potencia no limitada que cumple con los requisitos de 760-21 es una fuente de alimentación electrónica monofásica, cuya salida alimente un circuito de dos hilos (de tensión única).

760-25. Método de alambrado de circuitos NPLFA. La instalación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir con lo establecido en las Secciones 110-3(b), 300-11(a), 300-15, 300-17 y demás Artículos aplicables del Capítulo 3.

Excepción 1: Como se indica en 760-26 a 760-30.

Excepción 2: Cuando en otros Artículos de esta norma se requieran otros métodos.

760-26. Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización

(a) Circuitos Clase 1 con NPLFA. Se permite que los circuitos Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no-limitada estén dentro del mismo cable, envolvente o canalización, independientemente si los circuitos individuales son de corriente eléctrica continua o alterna, siempre y cuando todos los conductores estén aislados para la tensión eléctrica máxima de cualquiera de los conductores que haya en la envolvente o canalización.

(b) Circuitos de alarma contra incendios con circuitos de alimentación. Se permite que los conductores de circuitos de circuitos de alimentación y de alarma contra incendio formen parte del mismo cable, envolvente o canalización, solamente cuando estén conectados al mismo equipo.

760-27. Conductores de los circuitos NPLFA

a) Tipos, tamaño nominal y usos. En los sistemas de alarma contra incendios, sólo se permiten utilizar conductores de cobre. Se permite el uso de conductores de tamaño nominal de 0,824 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG), siempre que las cargas de alimentación no excedan de las capacidades de corriente eléctrica dadas en la Tabla 402-5 y que se instalen en una canalización, envolventes o cable aprobado. Los conductores de tamaño nominal de 1,31 mm^2 (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que las capacidades de conducción de corriente dadas en 310-15, cuando sea aplicable.

b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser adecuado para 600V. Los conductores mayores de 1,31 mm^2 (16 AWG) deben cumplir lo establecido en el Artículo 310. Los conductores de tamaño nominal de 0,824 mm^2 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG) deben ser tipo KF-2 KFF-2, PAFF, PTFF, PF, PFF, PGF, PGFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFN, TFFN, ZF o ZFF. Se permiten conductores con aislamiento de otro tipo y otros espesores de aislamiento, si están aprobados para uso en circuitos de alarma contra incendios de potencia no-limitada.

NOTA - Para indicaciones sobre los usos de los tipos de conductores véase la Tabla 402-3.

c) Material del conductor. Los conductores deben ser alambres de cobre sólido o trenzado.

Excepción para (b) y (c) anteriores: Se permite utilizar alambres de Tipo PAF y PTF sólo para aplicaciones a alta temperatura, entre 90°C y 250°C.

760-28. Número de conductores en soporte tipo charola para cables y canalizaciones y factor de ajuste

a) **Circuitos NPLFA y circuitos Clase 1.** Cuando en una canalización solamente hay conductores de circuitos NPLFA y circuitos Clase 1, el número de conductores debe determinarse como se indica en 300-17. Si tales conductores llevan cargas continuas mayores de 10% de la capacidad de conducción corriente permitida para cada conductor, deben aplicarse los factores de ajuste indicados en la sección 310-15(g)(1).

b) **Conductores de alimentación y conductores para circuitos de alarma contra incendios.** Cuando se permita que en una canalización existan conductores de alimentación y conductores para circuitos de alarma contra incendio de acuerdo con lo indicado en 760-26, el número de conductores debe determinarse como se indica en 300-17. Los factores de ajuste indicados en la sección 310-15(g)(1), se aplican como sigue:

   1) A todos los conductores, cuando los conductores del circuito de alarma contra incendio transporten cargas continuas mayores de 10% la capacidad de conducción de corriente permisible de cada conductor y cuando el número total de conductores sea mayor que tres.

   2) Solamente a los conductores del circuito de alimentación, cuando los conductores del circuito de alarma contra incendio no transportan carga continua mayores de 10% de su capacidad de conducción de corriente de cada conductor y cuando el número de conductores de alimentación sea más de tres.

c) **Soporte tipo charola para cables.** Cuando los conductores del circuito de alarma contra incendio se instalen en un soporte tipo charola para cables, deben cumplir con lo indicado en 318-9 a 318-11.

760-30. Cables NPLFA multiconductores. Se permite utilizar cables multiconductores de tipo NPLFA (alarma contra incendios de potencia no limitada), que cumplan los requisitos de 760-31 en circuitos de alarma contra incendios que funcionen a 150 V o menos y deben instalarse de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b).

(a) Método de alambrado de los NPLFA. Los cables multiconductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada deben instalarse como sigue:

(1) En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de techos y paredes o alambrados guiados en espacios ocultos. Los empalmes de cables o terminaciones deben hacerse en herrajes aprobados, cajas, envolventes, dispositivos de alarma contra incendios, o equipo de utilización. Cuando estén expuestos, los cables deben estar apoyados adecuadamente e instalados de modo que cuenten con máxima protección contra daños físicos mediante los elementos del edificio, como paneles, marcos de las puertas, listones, etc. Cuando estén instalados a menos de 2,10 m del piso, los cables deben ir bien sujetos, a intervalos no mayores a 45 cm de manera adecuada.

(2) En canalizaciones metálicas o tubo (conduit) rígido no metálico, cuando pasen a través de un piso o pared hasta una altura de 2,10 m sobre el piso, a menos que estén bien protegidos por los elementos del edificio como se indica en el anterior apartado (1), o a menos que se suministre un medio de resguardo equivalente.

(3) Cuando estén instalados en los cubos de elevadores, deben ir en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit) rígido no metálico, tubo (conduit) metálico tipo semipesado o tubería eléctrica metálica.

Excepción: Lo establecido en 620-21 para elevadores y equipos similares.

(b) Aplicaciones de los cables NPLFA. El uso de los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir con lo establecido en los siguientes apartados (1) hasta (4):

(1) Cámaras plenas (de aire) y ductos. Los cables multiconductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada Tipo NPLFP, NPLFR y NPLF no deben instalarse expuestos en cámaras plenas (de aire) o ductos. Véase 300-22(b).

(2) Otros espacios usados para aire ambiental. Los cables instalados en otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser de Tipo NPLFP.

Excepción 1: Los cables de Tipo NPLFR y NPLF instalados de acuerdo con 300-22(c).

Excepción 2: Otros métodos de alambrado permitidos en 300-22(c) y los conductores que cumplan lo establecido en 760-27(c).

(3) Secciones verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en tramos verticales dentro de cubos de elevadores o de servicios deben ser de tipo NPLFR. Cuando se exija que los cables que pasen a través del piso sean de tipo NPLFR, sólo deben usarse cables para uso en secciones verticales o en cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Los cables de Tipo NPLF u otros, especificados en el Capítulo 3, que cumplan lo establecido en el Artículo 760-27(c) y vayan encerrados en canalizaciones metálicas.

Excepción 2: Los cables de Tipo NPLF ubicados en un ducto vertical a prueba de incendios que tenga cortafuegos en cada piso.

NOTA: Respecto a los requisitos de cortafuegos para penetraciones en el piso, véase 300-21.

(4) Otro alambrado dentro de edificios. Los cables instalados en lugares de edificios distintos a los mencionados en 760-30(b)(1), (2) y (3) deben ser de Tipo NPLF.

Excepción 1: Los métodos de alambrado del Capítulo 3 con conductores que cumplan lo establecido en 760-27.(c).

Excepción 2: Se permite usar cables de Tipo NPLFP o NPLFR.

760-31 Aprobado y marcado de los cables NPLFA. Los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, instalados como alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b), y ser resistentes a la propagación del fuego según los siguientes apartados (c) hasta (f), y estar marcados según se establece en el siguiente apartado (g):

(a) Material de los conductores NPLFA. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado y tamaño o designación nominal de 0,824 (18 AWG) o mayor.

(b) Conductores aislados. Los conductores aislados deben ser para 600 V. Los conductores aislados de tamaño o designación nominal de 2,08 mm^2 (14 AWG) y mayor deben ser de uno de los tipos aprobados indicados en la Tabla 310-13 o de un tipo identificado para ese uso. Los conductores aislados con un tamaño o designación nominal de 0,824 (18 AWG) y 1,31 mm^2 (16 AWG) deben cumplir lo establecido en 760-27.

(c) Cables de Tipo NPLFP. Los cables de tipo NPLFP para alarma contra incendio de potencia no limitada, instalados en espacios para aire ambiental, deben estar aprobados para instalarlos en esos espacios, tal como se describe en 300-22(c) y además deben estar aprobados para contar con las características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

NOTA: Un método para determinar si la producción de humo de un cable es baja consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 y una densidad óptica máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método para definir la resistencia al fuego de los cables consiste en establecer la distancia permisible de viaje de la flama de 1,50 m cuando es probado bajo la misma prueba, véase Apéndice B1.

(d) Cables de Tipo NPLFR. Los cables de tipo NPLFR para secciones verticales deben estar aprobados como adecuados para usar en un tramo vertical en un cubo o de un piso, y además con características de resistencia al fuego tales que eviten la propagación del fuego de un piso a otro.

NOTA: Un método para determinar si las características de resistencia al fuego pueden evitar el transporte de la flama de un piso a otro, Véase Apéndice B1.

(e) Cables de Tipo NPLF. Los cables de tipo NPLF para alarma contra incendio de potencia no limitada deben estar aprobados como adecuados para uso en alarmas contra incendios de uso general, excepto en ductos, secciones verticales, cámaras plenas (de aire) y otros espacios usados para aire ambiental; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba del soporte tipo charola vertical, véase Apéndice B2.

Otro método para establecer ese mismo parámetro consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no es mayor que 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para cables en soportes tipo charolas, véase B1.

(f) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio. Los cables adecuados para usarse en sistemas de alarma contra incendio, con el fin de garantizar la supervivencia de circuitos críticos durante un tiempo específico bajo condiciones de incendio deben estar aprobados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables identificados como se indica en 760-31 (c), (d) y (e) que cumplen con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional que emplea el sufijo "CI"(por ejemplo, NPLFP-CI, NPLFR-CI y NPLF-CI).

NOTA 1: Este cable puede emplearse en circuitos de alarma contra incendio a fin de cumplir con los requisitos de posibilidad de supervivencia.

NOTA 2: Un método para definir al cable de integridad (CI) del circuito es mediante el establecimiento de una resistencia al fuego nominal de 2 h como mínimo, para el cable, al realizar la prueba, véase Apéndice B1.

(g) Marcado de los cables NPLFA. Los cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada deben estar marcados según como se establece en la Tabla 760-31(g). Se permite que estos cables estén marcados con una tensión nominal de trabajo máxima de 150 V. Los cables que estén aprobados para integridad del circuito deben identificarse con el sufijo "CI" como se define en (f).

C. Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada

760-41. Fuentes de alimentación para circuitos PLFA. La fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada debe ser una de las especificadas en los siguientes apartados (a), (b) o (c)

NOTA: En las tablas 12(a) y 12(b) del Capítulo 10 se dan los requisitos de aprobación de las fuentes de alimentación de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

TABLA 760-31(g).- Marcado de los cables NPLFA

Tipo de Cable	Uso	Referencias
NPLFP	Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada para usar en otros espacios utilizados para aire ambienta	Artículo 760-31(c) y (g)
NPLFR	Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada para usar en secciones verticales	Artículo 760-31 (d) y (g)
NPLF	Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada	Artículo 730-31 (e) y (g)
NOTA - Los cables identificados en los literales (c), (d) y (e) que cumplen con los requisitos para integridad del circuito deben tener clasificación adicional empleando el sufijo “CI” (por ejemplo, NPLFP-CI, NPLFR-CI y NPLF-CI).		

NOTA: Los tipos de cables se encuentran en orden descendente, en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

(a) Transformadores. Un transformador aprobado para PLFA o Clase 3.

(b) Fuentes de alimentación. Una fuente de alimentación aprobada para PLFA o Clase 3.

(c) Equipos aprobados. Otros equipos aprobados y marcados de modo que se identifique la fuente de alimentación PLFA.

NOTA: Otros equipos aprobados son, por ejemplo, tableros de control de alarma contra incendios con fuente de alimentación incorporada; una tarjeta de circuito aprobada para usar como fuente de alimentación de circuitos PLFA, si forma parte de un conjunto aprobado; una impedancia de limitación de corriente adecuada para ese propósito o como parte de un producto, utilizada junto con un transformador de potencia no limitada o un acumulador de energía, como una batería, para limitar la corriente de salida.

760-22. Marcado de los circuitos. El equipo debe estar marcado en forma permanente y donde sea claramente visible, indicando que se trata de circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada.

NOTA: Cuando se reclasifique un circuito de potencia limitada como de potencia no limitada, véase la Sección 760-52(a), excepción 3.

760-51. Métodos de alambrado del lado suministro de la fuente de la alimentación PLFA. Los conductores y equipo instalados del lado del suministro de la fuente de alimentación deben instalarse de acuerdo con los requerimientos aplicables de la Parte B de este Artículo y de los Capítulos 1 al 4 de esta norma. Los transformadores u otros elementos u otros dispositivos alimentados desde los conductores de suministro, deben protegerse por un dispositivo contra sobrecorriente con una corriente nominal no-mayor que 20 A.

Excepción: Los cables de entrada a un transformador o de otra fuente de energía que alimenten a circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada para, se permite que sean de tamaño o designación nominal menor que 2,08 mm^2 (14 AWG), pero no-menor que 0,824 mm^2 (18 AWG), si no exceden de 300 mm de longitud y su aislamiento cumple con lo indicado en 760-27(b).

760-52. Métodos de alambrado y materiales en el lado de la carga de las fuentes de alimentación PLFA. Se permite instalar los circuitos de alarma contra incendio en el lado de la carga de la fuente de alimentación utilizando métodos de alambrado y materiales que estén de acuerdo con (a) o (b) siguientes:

a) Métodos de alambrado y materiales para circuitos de NPLFA. La instalación debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la Sección 760-25; además, los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

Excepción 1: No deben aplicarse los factores de ajuste del 310-15 (g)(1).

Excepción 2: Se permite instalar conductores y cables multiconductores descritos en 760-27 y 760-30.

Excepción 3: Se permite que los circuitos de potencia limitada sean reclasificados e instalados como circuitos de potencia no-limitada si se elimina el marcado requerido en 760-42 y la totalidad del circuito se instala empleando los métodos de alambrado y los materiales indicados en la Parte B de este Artículo, Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada.

NOTA: Los circuitos de potencia limitada, reclasificados e instalados como circuitos de potencia no limitada, dejan de ser de potencia limitada, sin importar que continúen conectados a una fuente de potencia limitada.

b) Métodos de alambrado y materiales para circuitos PLFA. Los cables y conductores para circuitos de potencia limitada descritos en 760-71, deben instalarse como en (1), (2), o (3) siguientes. Los dispositivos deben instalarse de acuerdo con lo establecido en 110-3, 300-11(a) y 300-15:

1) En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de techos y paredes laterales o "guiados" en espacios ocultos. Los empalmes o terminaciones de los cables se deben hacer en accesorios, cajas, encerramientos, dispositivos de alarma contra incendios o equipos de utilización certificados. Cuando se instalen expuestos, los cables deben estar soportados por accesorios adecuados, e instalados de tal forma que se logre la máxima protección contra daños físicos, provista por elementos del edificio, como en zoclos, marcos de puertas,

chambranas, bordes, etc. Cuando estén instalados a menos de 2,10 m del piso los cables deben estar sujetados adecuadamente a intervalos no-mayores a 45 cm.

2) Cuando los cables pasen a través de pisos o paredes hasta una altura de 2,10 m sobre el piso, deben instalarse en canalización metálica o en tubo (conduit) rígido no-metálico, a menos que se les pueda dar una protección adecuada en alguno de los elementos de la construcción mencionados en el inciso (1) anterior, u otra protección sólida equivalente.

3) Cuando se instalen en cubos de elevador, los cables deben estar dentro de tubo (conduit) metálico tipo pesado, tipo semipesado o tipo ligero o en tubería eléctrica no-metálica.

Excepción 1. Para elevadores y equipo similar debe seguirse lo establecido por 620-21.

Excepción 2: Se permiten otros métodos de alambrado y otros materiales instalados de acuerdo 760-3 para extender o remplazar los conductores y cables descritos en la Sección 760-71 y permitidos en la Sección 760-52(b).

760-54. Instalación de conductores y equipos

(a) Separación de los conductores de los circuitos de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de los NPLFA y los conductores de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media

1) En cables, compartimentos, envolventes, cajas de salida o canalizaciones. Los cables y conductores de circuitos de potencia limitada no deben instalarse en cables, soportes tipo charola para cables, compartimentos, envolventes, cajas de salida, canalizaciones o accesorios similares con conductores de iluminación eléctrica, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media, están separados mediante barrera, de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada. Dentro de envolventes se permite instalar circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada dentro de una canalización, que los separe de los circuitos: de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 2: Los conductores en compartimentos, envolventes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares en los que los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media se introduzcan únicamente para conectar los equipos conectados a circuitos de potencia limitada a los que estén conectados los otros conductores; y

a. Los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media se instalan de modo que mantengan como mínimo una separación de 60 cm de los cables y conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, o

b. Los conductores del circuito funcionen a 150 V a tierra o menos y cumplan además uno de los siguientes requisitos:

1. Que los circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada se instalen con cables de Tipo FPL, FPLR, FPLP o cables sustitutos permitidos, siempre que estos conductores de los cables del circuito de potencia limitada que sobresalgan de la chaqueta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 60 cm o por un manija o barrera no conductiva; o

2. Que los conductores de los circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada se instalen como circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, como establece la Sección 760-25.

Excepción 3: Los conductores que entren en compartimentos, envolventes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, cuando se introduzcan conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media, exclusivamente para conectar los equipos conectados a circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada u otros circuitos controlados por el sistema de alarma contra incendios a los que estén conectados los otros conductores en el encerramiento. Si los conductores deben entrar en un encerramiento con una sola abertura, se permite que lo hagan a través de un solo accesorio (como una T), siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y bien sujeto, como una tubería flexible.

2) Cubos de elevador. En cubos de elevadores, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios potencia limitada, deben instalarse dentro de tubo (conduit) metálico tipo pesado tubo (conduit) metálico tipo semipesado o tubería eléctrica metálica.

Excepción: Lo que se indica para elevadores o equipos similares en las Excepciones 1 y 2 de 620-21.

3) Otras aplicaciones. Los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar separados 5 cm, como mínimo, de los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando: 1) Todos los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada; o 2) Todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, estén instalados en una canalización o en cables con blindaje metálico, con blindaje no metálico, con cubierta metálica o de Tipo UF.

Excepción 2: Cuando todos los conductores de circuitos: de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media estén separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada por una barrera continua, no conductora y bien sujeta, como un tubo de porcelana o un tubo flexible, además del aislante del alambre.

(b) Conductores de diferentes circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios, Clase 2, Clase 3 y circuitos de comunicación en el mismo cable, envolvente o canalización

1) Dos o más circuitos PLFA. Se permite tener en el mismo cable, envolvente o canalización, cables y conductores de dos o más circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, circuitos de comunicación o de circuitos de Clase 3.

2) Circuitos Clase 2 con circuitos PLFA. Se permite tener en el mismo cable, envolventes o canalización, conductores de uno o más circuitos de Clase 2, junto con conductores de circuito de alarma contra incendios de potencia limitada, siempre y cuando el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase 2 que haya en el cable, envolvente o canalización sea por lo menos igual que el requerido para los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

(3) Cables de comunicaciones de banda ancha de una red de baja potencia y cables PFLA. Se permite en el mismo envolvente o canalización, circuitos de comunicaciones de banda ancha, alimentados por una red de baja potencia con cables PLFA.

(c) Apoyo de los conductores. Los conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada no deben ajustarse con abrazaderas o cinta ni cualquier otro medio al exterior de cualquier tubo (conduit) u otra canalización como medio de apoyo.

(d) Tamaño o designación nominal de los conductores. Sólo se permite utilizar conductores con tamaño 0,131 mm^2 (26 AWG) cuando estén empalmados con un conector certificado como adecuado para usar con conductores 0,131 mm^2 (26 AWG) hasta 0,212 mm^2 (24 AWG) o mayor y que terminen en equipos, o cuando los conductores 0,131 mm^2 (26 AWG) terminen en equipos certificados como adecuados para conductores de ese calibre. Los conductores sencillos no deben ser de un tamaño o designación nominal menor que 0,824 mm^2 (18 AWG).

760-55. Detectores de incendios de línea continua portadora de corriente

(a) Aplicación. En los circuitos de potencia limitada se permite utilizar detectores de incendios de línea continua aprobados, incluidas las tuberías de cobre aisladas de los detectores accionados neumáticamente empleados tanto para la detección como para la transmisión de corrientes de señalización.

(b) Instalación. Los detectores de incendios de línea continua deben instalarse cumpliendo lo establecido en las Secciones 760-42 hasta 760-52 y la Sección 760-54.

760-61. Aplicaciones de cables PLFA aprobados. Los cables de los circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada, deben cumplir con lo indicado en los incisos (a), (b) y (c) siguientes, o lo establecido con el inciso (d) cuando se haga una sustitución de cables:

a) En cámaras plenas (de aire). Los cables instalados en ductos, cámaras plenas (de aire) u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental deben ser del tipo FPLP.

Excepción. Los cables tipo FPLP, FPLR y FPL cuando se instalan de acuerdo con lo indicado en 300-22.

b) Secciones verticales. Los cables instalados en tramos verticales que penetran más de un piso o los cables instalados en tiros verticales, deben ser tipo FPLR. Las penetraciones en los pisos que

requieren cables tipo FPLR, deben contener sólo cables para uso en tramos verticales o en cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Cuando los cables están encerrados en una canalización metálica o en un cubo a prueba de incendios que tiene cortafuegos en cada piso.

Excepción 2: En casas unifamiliares o dúplex pueden usarse cables tipo FPL.

NOTA - Véase 300-21 para los requisitos de las barreras contra el fuego en las penetraciones de pisos.

c) Otros métodos de alambrado en el interior de edificios. Los cables instalados en el interior de edificios en sitios diferentes a los indicados en los incisos (a) y (b) anteriores, deben ser tipo FPL.

Excepción 1: Cuando los cables están instalados en canalización cerrada.

Excepción 2: Los cables especificados en el Capítulo 3 que cumplan con los requerimientos de 760-71(a) y (b) y son instalados en espacios no-ocultos, cuando la longitud expuesta de cable no sea mayor que 3 m.

Excepción 3: Se permite que los sistemas portátiles de alarmas contra incendios que protegen los escenarios o tablados cuando no están en uso, utilicen métodos de alambrado de acuerdo con 530-12.

d) Uso y sustitución de cables. Se permiten las sustituciones y usos de los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada para protección contra incendio, conforme a lo indicado en la Tabla 760-61.

NOTA: Para más información sobre los cables multiuso (Tipos MPP, MPR, MPG, MP) y de comunicaciones (Tipos CMP, CMR, CMG y CM) véase la Sección 800-50.

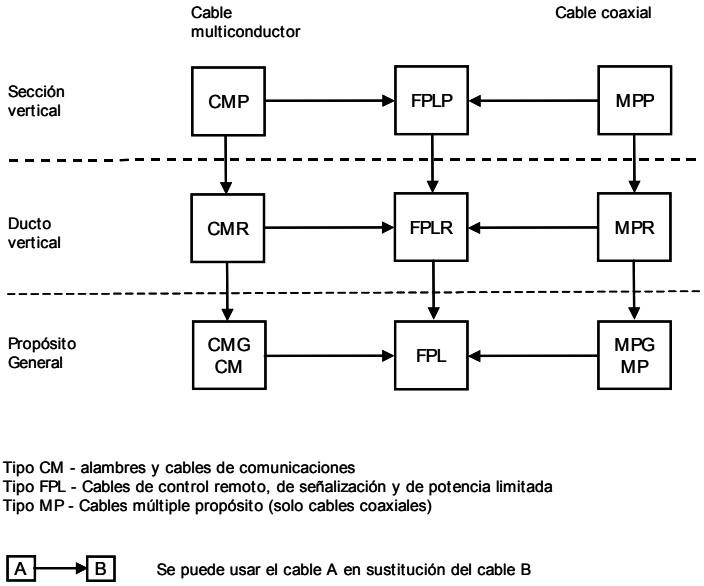


FIGURA 760-61.- Jerarquía de sustitución de los cables

TABLA 760-61.- Uso de los cables y sustituciones permitidas

Tipo de Cable	Uso	Referencias	Multiconductor	Coaxial
FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para cámaras de distribución de aire	760-61(a)	CMP	MPP
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para secciones verticales	760-61(b)	CMP, FPLP, CMR	MPP, MPR
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada	760-61(c)	CMP, FPLP, CMR, FPLR, CMG, CM	MPP, MPR, MPG, MP

760-71. Certificación y marcado de los cables PLFA y de los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los cables FPL que se instalen como alambrado dentro de los edificios deben estar

aprobados como resistentes a la propagación del fuego y con otros criterios de acuerdo con los siguientes apartados (a) hasta (h) y estar marcados según el siguiente apartado (i). Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada deben estar aprobados de acuerdo con el apartado (j).

(a) Materiales de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

(b) Calibre de los conductores. El tamaño o designación nominal de los conductores en un cable multiconductor no debe ser menor que 0,132 mm^2 (26 AWG). Los conductores sencillos no deben ser de 0,824 mm^2 (18 AWG).

(c) Valores nominales. Los cables deben tener una tensión nominal mínima de 300 V.

(d) Tipo FPLP. Los cables de alarmas contra incendios de potencia limitada (FPLP) instalados en cámaras de distribución de aire deben estar aprobados como adecuados para instalarlos en cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios para aire ambiental, y también deben estar aprobados con características para una adecuada resistencia al fuego y una baja producción de humo.

NOTA: Un método para determinar la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 y densidad óptica máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método bajo el misma norma para definir la resistencia al fuego de los cables consiste en establecer la distancia permisible de viaje de la llama de 1,50 m. Véase Apéndice B1.

(e) Tipo FPLR. Los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada de Tipo FPLR instalados en secciones verticales, deben estar aprobados como adecuados para instalarlos en secciones verticales, en cubos verticales o de piso a piso y deben también estar aprobados con características adecuadas de resistencia al fuego que impidan el transporte de las flamas de un piso a otro.

NOTA: Un método para determinar la capacidad de las características de resistencia al fuego del cable para impedir el transporte de la flama de un piso a otro consiste en someterlo a la prueba definido, véase Apéndice B1.

(f) Tipo FPL. Los cables de tipo FPL para alarmas contra incendio de potencia limitada deben estar aprobados para uso en alarmas contra incendio de propósito general excepto en secciones verticales, cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior del soporte tipo charolas para conductores en la prueba de flama del soporte vertical, véase Apéndice B1.

Otro método para establecer ese mismo parámetro consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para cables en soportes tipo charola.

(g) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio. Los cables adecuados para usar en sistemas de alarma contra incendio, con el fin de garantizar la supervivencia de circuitos críticos durante un tiempo específico bajo condiciones de incendio, deben estar aprobados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables identificados en las Secciones 760-71 (d), (e) y (f) que cumplen con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional que emplea el sufijo "CI" (por ejemplo, FPLP-CI, FPLR-CI y FPL-CI).

NOTA 1: Este cable se emplea en circuitos de alarma contra incendio, a fin de cumplir con los requisitos de posibilidad de supervivencia, mantiene su función eléctrica durante condiciones de incendio durante un periodo definido de tiempo. Véase Apéndice B1.

NOTA 2: Un método para definir cable de integridad (CI) del circuito es mediante el establecimiento de una resistencia al fuego nominal de 2 h como mínimo para el cable. Véase Apéndice B1.

(h) Cables coaxiales. Se permite que los cables coaxiales empleen un alambre conductor central de acero recubierto de cobre de conductividad del 30%, y deben estar aprobados como cables de tipo FPLP, FPLR o FPL.

(i) Marcado de cables. Los cables deben marcarse de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760-71(i). En los cables no debe marcarse su tensión nominal. Los cables aprobados para integridad del circuito deben identificarse con el sufijo CI, según se define en la Sección 760-71(g).

NOTA: Si se marcara la tensión en los cables, ésta puede interpretarse mal, sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en aplicaciones de suministro de alumbrado, de fuerza y de Clase 1.

Excepción: Se permite que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se requiera por una o más de las aprobaciones.

TABLA 760-71(i).- Uso de los cables y sustituciones permitidas

Tipo de cable	Uso	Referencias
FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para cámaras de distribución de aire	760-71(d) e (i)
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para secciones verticales	760-71(e) e (i)
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada	760-71(f) e (i)
NOTA- Los cables identificados en los literales (d), (e) y (f), que cumplan con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional que emplea el sufijo "CI" (por ejemplo, FPLP-CI, FPLR-CI y FPL-CI).		

NOTA: Los tipos de cables están en orden descendente en cuanto a su clasificación por resistencia al fuego.

(j) Detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada, deben estar clasificados de acuerdo con el anterior apartado (c), aprobadas como resistentes a la propagación del fuego de acuerdo con los anteriores apartados (d) hasta (f), marcados según el anterior apartado (i) y el compuesto de la cubierta exterior debe tener un alto grado de resistencia a la abrasión.

ARTICULO 770-CABLES Y CANALIZACIONES DE FIBRA OPTICA

A. Disposiciones generales

770-1. Alcance. Las especificaciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de cables y canalizaciones de fibra óptica. Este Artículo no cubre la construcción de los cables ni de las canalizaciones de fibra óptica.

770-2. Definiciones

Canalización de fibra óptica. Canalización diseñada para encerramiento e instalación de cables de fibra óptica no conductores.

Expuesto. Circuito en posición tal que, en caso de falla del apoyo y del aislamiento, pueda originar contacto con otro circuito.

NOTA: En el Artículo 100 véanse otras dos definiciones de Expuesto.

Punto de entrada. El punto en el cual el alambre o cable emerge de una pared externa, de una placa de piso de concreto, o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o un tubo (conduit) metálico tipo semipesado conectado puesta a tierra en un electrodo de acuerdo con la Sección 800-40(b).

770-3. Lugares de instalación y otros Artículos. El equipo y los circuitos de fibra óptica, deben cumplir con lo establecido en los siguientes incisos(a) y (b). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo deben aplicarse a cables de fibra óptica y a canalizaciones:

a) Propagación del fuego o de productos de la combustión. Véase 300-21.

b) Cables instalados, ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios para el manejo de aire. Véase 300-22.

Excepción: Lo que se permite en 770-53 (a).

770-4. Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica transmiten luz a través de una fibra óptica para control, señalización y comunicaciones.

770-5. Tipos. Los cables de fibra óptica pueden agruparse en tres tipos.

a) **Dieléctricos.** Estos cables no contienen elementos metálicos ni ningún otro material eléctrico conductor.

b) **Conductores.** Estos cables contienen metálicos elementos conductores no-portadores de corriente eléctrica, tales como refuerzos metálicos, barreras metálicas contra vapores o blindaje metálico o forro.

c) **Compuestos.** Estos cables contienen fibras ópticas y además conductores eléctricos portadores de corriente. Adicionalmente pueden tener elementos conductores no-portadores de corriente eléctrica, tales como refuerzos metálicos y barreras metálicas contra vapores. Los cables de fibra óptica compuestos deben clasificarse como cables eléctricos de acuerdo con el tipo de conductores eléctricos que contengan.

770-6. Sistemas de canalizaciones para cables de fibra óptica. La canalización debe ser de un tipo permitido en conformidad con el Capítulo 3 y debe instalarse de acuerdo con lo indicado en dicho Capítulo.

Excepción: Canalizaciones de fibra óptica no metálicas aprobadas e identificadas como de propósito general, de secciones verticales o de cámaras plenas (de aire), de acuerdo con 770-51 e instaladas de acuerdo con las Secciones 331-7 a 331-14, donde deben aplicarse los requisitos aplicables a tubería no metálica eléctrica. Los conductos interiores de plástico de construcción de una planta, superficiales o subterráneos sin aprobar deben terminarse en el punto de entrada.

NOTA: Para información adicional acerca de canalizaciones de fibra óptica, véase Apéndice B2.

Cuando se instalan cables de fibra óptica dentro de la canalización sin conductores portadores de corriente, no deben aplicarse las tablas de llenado de la canalización de los Capítulos 3 y 10.

Cuando los cables de fibra óptica no conductores estén instalados con conductores eléctricos en una canalización, deben aplicarse las tablas de llenado de la canalización de los Capítulos 3 y 10.

770-7. Acceso a equipo eléctrico por la parte posterior del tablero. El acceso a equipo por la parte posterior del tablero, no debe ser obstruido por la acumulación de cables o alambres que impidan retirar la cubierta diseñada para ese fin, incluyendo, en su caso, cubiertas suspendidas en el techo.

770-8. Ejecución mecánica de los trabajos. Los cables de fibra óptica deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables deben apoyarse en la estructura de la edificación de modo que no resulten dañados durante el uso normal de la misma.

NOTA: Para mayor información sobre alambrado de telecomunicaciones, véase el Apéndice B2.

B. Protección

770-33. Puesta a tierra de los cables a la entrada de edificios. Cuando estén expuestos al contacto con conductores de alumbrado o de fuerza, los elementos metálicos no-conductores de corriente eléctrica de los cables de fibra óptica que entren a edificios, deben estar puestos a tierra lo más cerca posible del punto de entrada, o debe interrumpirse su continuidad lo más cerca posible del punto de entrada, por medio de una junta aislada o dispositivo equivalente.

C. Cables en el interior de edificios

770-49. Resistencia al fuego de cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica instalados como alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados como resistentes a la propagación de incendio de acuerdo con lo indicado en 770-50 y 770-51.

770-50. Aprobación, marcado e instalación de cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica instalados en el interior de un edificio deben estar aprobados para ese uso, y deben marcarse como se indica en la Tabla 770-50.

Excepción 1: No se requiere que los cables de fibra óptica estén aprobados y marcados, si su longitud dentro del edificio, medida desde su punto de entrada no excede de 15 m, y el cable entre en la edificación desde el exterior y termine en una envolvente.

NOTA - Las envolventes que se utilizan normalmente para empalmar o terminar los cables de fibra óptica son las cajas de empalme y de terminales, tanto metálicas como no-metálicas.

Excepción 2: Los cables de fibra óptica del tipo conductivo no requieren estar aprobados y marcados cuando el cable entra al edificio desde el exterior y está instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado o tipo semipesado, y dichos tubos están puestos a tierra a través de un electrodo como se requiere en 800-40(b).

Excepción 3: Los cables de fibra óptica tipo dieléctrico no requieren estar aprobados y marcados cuando entran a un edificio desde el exterior y se instalan dentro de canalizaciones de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 3.

TABLA 770-50. Marcado de cables de fibra óptica

Marcado del cable	Tipo	Referencia
OFNP	Cable tipo dieléctrico en cámaras de aire	770-51(a) y 770-53(a)
OFCP	Cable tipo conductivo en cámaras de aire	770-51(a) y 770-53(a)
OFNR	Cable tipo dieléctrico en tiro vertical	770-51(b) y 770-53(b)
OFCR	Cable tipo conductivo en tiro vertical	770-51(b) y 770-53(b)
OFNG	Cable tipo dieléctrico Uso general	770-51(c) y 770-53(c)
OFCG	Cable tipo conductivo Uso general	770-51(c) y 770-53(c)
OFN	Cable tipo dieléctrico Uso general	770-51(d) y 770-53(c)
OFC	Cable tipo conductivo Uso general	770-51(d) y 770-53(c)

NOTA 1: Los cables están listados en orden descendente de resistencia a la propagación del fuego. Dentro de cada capacidad nominal, los cables dieléctricos se listan primero, ya que pueden sustituir a los cables conductivos.

NOTA 2 - Las Secciones de referencia indican los requisitos y los usos permitidos.

770-51. Requerimientos de aprobación para cables de fibra óptica y sus canalizaciones. Los cables de fibra óptica deben estar aprobados como se indica en los puntos (a) a (d), y sus canalizaciones como se indica en los incisos (e) y (g):

a) **Tipos OFNP y OFCP.** Los cables de fibra óptica dieléctricos y conductivos en cámaras plenas (de aire) tipos OFNP y OFCP, deben estar aprobados para uso en ductos, cámaras plenas (de aire) u otros espacios empleados para aire ambiental. También deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego incendio y de baja emisión de humos.

NOTA: Un método para determinar la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 y densidad óptica máxima promedio de 0,15. De forma similar, un método bajo la misma norma para definir la resistencia al fuego de los cables consiste en establecer la distancia permisible de viaje de la llama de 1,50 m. Véase Apéndice B1.

b) **Tipos OFNR y OFCR.** Los cables de fibra óptica dieléctricos y conductivos en tiro vertical tipos OFNR y OFCR, deben estar aprobados para uso en instalaciones verticales, ya sea en tiros verticales o pasos entre piso y piso. También deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego, de forma que eviten la propagación de éste de un piso a otro.

NOTA - Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método de prueba que permita determinar la propagación de incendio en cables de fibra óptica instalados verticalmente en tiros. Apéndice B1.

c) **Tipos OFNG y OFGC.** Los cables para uso general tipos OFNG y OFGC dieléctricos y conductivos, deben estar aprobados para uso general, excepto en instalaciones verticales y cámaras plenas (de aire). También deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para cables en soportes tipo charola.

d) Tipos OFN y OFC. Los cables de fibra óptica dieléctricos y conductivos para uso general tipos OFN y OFC, deben estar aprobados para uso general, excepto en instalaciones verticales y cámaras plenas (de aire), y en cualquier espacio usado para aire ambiental. También deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior del soporte tipo charolas para conductores en la prueba de flama del soporte vertical, véase Apéndice B1.

Otro método para establecer ese mismo parámetro consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de flama vertical para cables en soportes tipo charola.

e) Canalizaciones para cables de fibra óptica en cámaras plenas (de aire). Las canalizaciones para cables de fibra óptica en cámaras plenas (de aire), deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja emisión de humos.

f) Canalizaciones para cables de fibra óptica para instalación vertical. Las canalizaciones para cables de fibra óptica para instalaciones verticales, deben tener características de resistencia al fuego adecuadas, para evitar la propagación de incendio de un piso a otro.

(g) Canalización de cable de fibra óptica de uso general. La canalización de cable de fibra óptica para uso general debe estar certificada como resistente a la propagación del fuego.

770-52. Instalación de cables de fibra óptica con conductores eléctricos

a) Circuitos con conductores de alumbrado, de fuerza o Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media. Se permite instalar cables de fibra óptica dentro del mismo conductor compuesto, con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media que funcionen a 600 V o menos, solamente cuando las funciones de las fibras ópticas y de los conductores eléctricos estén asociadas.

Se permite instalar cables de fibra óptica dieléctricos que ocupen el mismo soporte tipo charola para cables o canalización con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media que operen a 600 V o menos.

Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos compuestos que contengan solamente conductores portadores de corriente eléctrica para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1 para 600 V o menos, estén en el mismo gabinete, soporte tipo charola para cables, caja de salida, tablero, canalización u otras envolventes de terminales junto con otros conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1.

No se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, soporte tipo charola para cables, caja de salida, tablero, o alguna envolvente similar, en las que haya terminales eléctricas de circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 1: Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, soporte tipo charola para cables, caja de salida, tablero o envolvente similar, cuando están asociados funcionalmente con el circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción 2: Se permite que los cables ocupen el mismo gabinete, soporte tipo charola para cables, caja de salida, tablero o envolvente similar, cuando los cables de fibra óptica dieléctricos están instalados en centros de control preensamblados en fábrica o en campo.

Excepción 3: Se permite el uso de cables de fibra óptica dieléctricos junto con circuitos que excedan de 600 V, solamente en establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas dan servicio a la instalación.

Excepción 4: Se permite el uso de cables de fibra óptica compuestos que contengan conductores portadores de corriente eléctrica que operen a más de 600 V, solamente en establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas dan servicio a la instalación.

Las instalaciones en canalizaciones deben cumplir con lo indicado en 300-17.

b) Con otros conductores. Se permite que los cables de fibra óptica en el mismo cable y los cables de fibras ópticas conductivos y dieléctricos estén en el mismo soporte tipo charola para cables, envolvente o canalización junto con conductores de cualquiera de los siguientes tipos:

1) Conductores de circuitos para control remoto, señalización y circuitos de potencia limitada de Clase 2 y Clase 3, que cumplan con lo indicado en el Artículo 725.

2) Conductores para sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, que cumplan con lo indicado en el Artículo 760.

3) Conductores para circuitos de comunicación que cumplan con el Artículo 800.

4) Conductores para sistemas de distribución de antenas comunales de radio y de televisión, que cumplan con el Artículo 820.

(5) De circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia que cumplan lo establecido en el Artículo 830.

c) Puesta a tierra. Los componentes conductivos no-portadores de corriente de los cables de fibra óptica, deben estar puestos a tierra como se establece en el Artículo 250.

770-53. Aplicaciones de los cables de fibra óptica y sus canalizaciones. Los cables de fibra óptica conductivos y dieléctricos deben cumplir con los incisos (a) a (f), según sea aplicable:

a) Cámaras de aire. Los cables de fibra óptica instalados en ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios para el manejo de aire ambiental deben ser tipo OFNP o OFCP.

Además, se permite instalar canalizaciones de fibra óptica aprobadas para cámaras plenas (de aire) y otros espacios para el manejo de aire ambiental como las descritas en 300-22(b), y en otros espacios para aire ambiental, como se describe en la Sección 300-22 (c). En estas canalizaciones sólo se permite instalar el cable tipo OFNP.

Excepción. Pueden instalarse cables tipo OFNR, OFCR, OFNG, OFN, OFCG y OFC conforme se indica en 300-22.

b) Tiros verticales. Los cables de fibra óptica instalados en tiros verticales y que penetren más de un piso o cables instalados en tramos verticales en un cubo, deben ser tipo OFNR o OFCR.

Cuando se requieran cables tipo OFNR o OFCR para atravesar pisos, deben contener sólo cables adecuados para uso en tiros verticales o cámaras plenas (de aire) o secciones verticales. Además, se permite instalar canalizaciones aprobadas para tiros verticales en un cubo o de un piso y otro. En estas canalizaciones sólo se permite instalar cables de Tipo OFNR y OFNP.

Excepción 1: Pueden instalarse cables tipo OFNG, OFN, OFCG y OFC si están encerrados en una canalización metálica o situados en un cubo a prueba de fuego que tenga barreras contra el fuego en cada piso.

Excepción 2: Pueden instalarse cables tipo OFNG, OFN, OFCG y OFC en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

NOTA - Véase 300-21 para los requerimientos de barreras contra el fuego para las penetraciones de pisos.

c) Otros tipos de conductores en el interior de edificios. Los cables instalados en lugares de un edificio, que no sean los considerados en los incisos (a) y (b) anteriores, deben ser tipo OFNG, OFN, OFCG o OFC. Permite instalarse dichos cables en canalizaciones de fibra óptica de uso general.

d) Areas peligrosas (clasificada). Los cables de fibra óptica instalados en áreas peligrosas (clasificadas) deben ser de alguno de los tipos indicados en la Tabla 770-53.

(e) Soportes tipo charola para cables. Se permite instalar los cables de fibra óptica de los tipos listados en la Tabla 770-50 en soportes tipo charola para cables.

NOTA: Se permite que los cables de fibra óptica estén aprobados específicamente para su uso en soportes tipo charola para cables.

(f) Sustituciones de los cables. Se permiten las sustituciones de los cables de fibra óptica listadas en la Tabla 770-53.

TABLA 770-53. Substitución de los cables de fibra óptica

Tipo de cable	Substitución permitida
OFNP	Ninguna
OFCP	OFNP
OFNR	OFNP
OFCR	OFNP, OFCP, OFNR
OFNG, OFN	OFNP, OFNR
OFCG, OFC	OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN

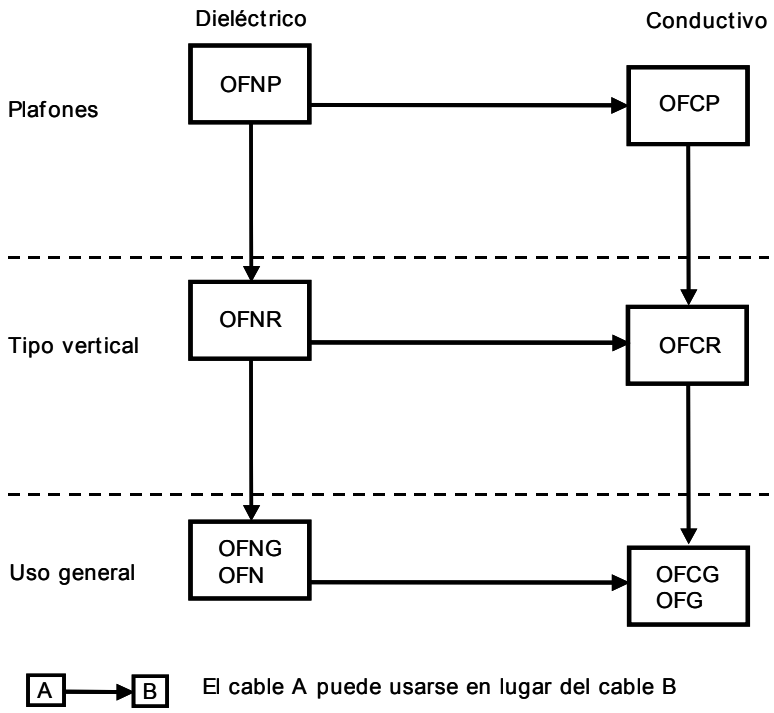


FIGURA 770-53. Jerarquía de substitución de cables

ARTICULO 780-SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA EN LAZO CERRADO Y PROGRAMADO

780-1. Alcance. Este Artículo se aplica a los sistemas de distribución de energía en los predios controlados conjuntamente por un sistema de señalización entre el equipo de control de energía y el equipo de utilización.

780-2. Disposiciones generales

a) Referencia a otros Artículos. A estos sistemas se les debe aplicar todos los demás Artículos aplicables de esta norma, excepto lo modificado por este Artículo.

b) Componentes. Todo equipo y conductores del sistema deben estar aprobados e identificados.

780-3. Operación de sistema de control. El equipo de control y todos los dispositivos de conmutación accionados por el equipo de control deben estar aprobados e identificados. El sistema debe funcionar del modo especificado a continuación.

a) Identificación de características eléctricas. Las salidas del sistema de distribución de circuito cerrado no deben energizarse a menos que el equipo exhiba una identificación con sus características eléctricas.

b) Condiciones para desenergización. Las salidas deben desenergizarse cuando se produzca cualquiera de las siguientes condiciones:

1) No se esté recibiendo señal de operación que indique operación nominal por parte del equipo conectado a la salida de un sistema de distribución de potencia de circuito cerrado.

2) Exista una condición de falla a tierra.

3) Exista una condición de sobrecorriente.

c) Condiciones adicionales para desenergización cuando se usa una fuente de energía alterna. Además de los requerimientos establecidos en 780-3(b), las salidas se deben desenergizar, cuando ocurra cualquiera de las siguientes condiciones adicionales:

1) El conductor puesto a tierra no está debidamente puesto a tierra.

2) Cualquier conductor no puesto a tierra está a la tensión distinta a la nominal.

d) Falla del controlador. En el caso de una falla del controlador, todas las salidas dependientes del mismo deben desenergizarse.

780-5. Limitación de potencia en los circuitos de señalización. Para circuitos de señalización que no excedan de 24 V, la corriente eléctrica requerida no debe exceder de 1 A cuando el circuito esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente o una fuente de energía inherentemente limitada.

780-6. Cables y conductores

a) Cable híbrido. El cable híbrido consiste de una combinación de conductores de energía, comunicaciones y señalización bajo una cubierta común. Bajo una cubierta común, se permite usar cables híbridos aprobados, compuestos por conductores de fuerza, de comunicaciones y de señalización. Esta cubierta debe aplicarse de manera que separe a los conductores de energía de los conductores de comunicación y señalización. Se puede agregar una cubierta externa opcional. Los conductores individuales de un cable híbrido, deben cumplir con los requisitos aplicables de esta norma, en lo que se refiere a su capacidad de conducción de corriente, tensión eléctrica y aislamiento nominales. Los conductores para señalización deben ser de cobre y el tamaño nominal no debe ser menor que 0,2051 mm^2 (24 AWG).

b) Cables y conductores en el mismo gabinete, tablero o caja de conexiones. Los conductores de energía, comunicaciones y señalización de un cable híbrido aprobado, pueden ocupar el mismo gabinete, tablero o caja de salida (u otro encerramiento similar que albergue las terminaciones eléctricas de los circuitos de alumbrado o de fuerza), sólo si se emplean los conectores aprobados específicamente para cables híbridos.

780-7. No intercambiabilidad. Los receptáculos, extensiones y clavijas con cordón usados en sistemas de distribución de potencia de circuito cerrado, deben construirse de forma tal que no sean intercambiables con otros receptáculos, extensiones y clavijas con cordón.

4.8 SISTEMAS DE COMUNICACION

CAPITULO 8

ARTICULO 800-CIRCUITOS DE COMUNICACIONES

A. Disposiciones generales

800-1. Alcance. Este Artículo cubre los requerimientos de los sistemas telefónicos, telegráficos (excepto las radiocomunicaciones), del alambrado exterior para sistemas de alarma contra incendio y contra robos y sistemas de estaciones centrales similares, y de sistemas telefónicos no conectados a un sistema de estación central, pero que utilizan clases de equipo, métodos de instalación y de mantenimiento similares.

NOTA 1 - Para mayor información sobre sistemas de alarmas contra incendio, puestos de guardia, de flujo de agua de rociadores automáticos y de los sistemas de supervisión de éstos, véase el Artículo 760.

NOTA 2: Para los requisitos de instalaciones de sistemas de fibra óptica, véase el Artículo 770.

NOTA 3: Para los requisitos de instalación de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, véase el Artículo 830.

800-2. Definiciones. Véase el Artículo 100. Para propósitos de este Artículo, adicionalmente se aplican las siguientes definiciones:

Alambre: Ensamble hecho en fábrica de uno o más conductores aislados sin una cubierta común.

Cable: Ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores aislados con cubierta general.

Cuadra: manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones encerrados, pero no las calles.

Expuesto: Circuito que está en una posición tal, que en caso de falla de los soportes y del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100 para otras dos definiciones de Expuesto.

Forro de cable: Cubierta sobre el ensamble del conductor que puede incluir una o más cubiertas metálicas, refuerzos o envolturas.

Predios: El terreno y las edificaciones de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto de demarcación de la red entre la empresa de servicios y el usuario.

Punto de entrada: El punto de entrada a un edificio es el lugar donde los conductores o cables emergen a través de un muro exterior, de una losa de concreto o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, puestos a tierra a un electrodo de acuerdo con la Sección 800-40 (b).

800-3. Cables híbridos para fuerza y comunicaciones. Las disposiciones de la Sección 780-6 aplican para los cables aprobados híbridos de fuerza y comunicaciones para distribución programada de energía y en circuito cerrado.

NOTA: Para cables híbridos de fuerza y comunicaciones en otras aplicaciones de los véase 800-51 (i).

800-4. Equipo. El equipo destinado a ser conectado eléctricamente a redes de comunicación debe estar listado para ese uso.

Excepción: El requisito de listado no se aplica al equipo de prueba destinado a conexión temporal a la red de telecomunicaciones, por parte del personal calificado durante la instalación, mantenimiento o reparación de equipo o sistemas de telecomunicaciones.

800-5. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe impedirse por la acumulación de alambres y cables, que eviten la remoción de paneles, incluyendo los plafones suspendidos del techo.

800-6. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos y equipo de comunicaciones deben instalarse de manera ordenada, profesional y procurando identificar todo el alambrado. Los cables deben soportarse sobre la estructura del edificio de forma que no puedan dañarse por el uso normal del mismo

800-7. En áreas peligrosas (clasificadas). Los circuitos y equipos de comunicaciones instalados en un área peligrosa (clasificada) de acuerdo con el Artículo 500 deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

B. Conductores en exteriores y en entrada a edificios

800-10. Cables y alambres aéreos de comunicaciones. Los conductores aéreos que entren en edificios deben cumplir con lo siguiente:

a) **Sobre postes y claros.** Cuando los conductores de comunicaciones, de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en tramos, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) **Ubicación relativa.** Cuando sea posible, los conductores de comunicaciones deben ubicarse abajo de los conductores de alumbrado o fuerza.

2) **Fijación a las crucetas.** Los conductores de comunicaciones no se deben fijar a crucetas que lleven conductores de alumbrado o de fuerza.

3) **Espacio de ascenso.** El espacio de ascenso, entre los conductores de comunicación deben cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) **Distancia de seguridad.** Las bajadas de acometidas aéreas de 0 V a 750 V, instaladas por encima y en paralelo a las bajadas de acometidas aéreas de comunicación, deben tener una distancia de seguridad mínima de 30 cm en cualquier punto del claro, incluyendo el punto de fijación al edificio, siempre que los conductores activos estén aislados y que se mantenga una distancia de seguridad mínima de 100 cm entre las dos acometidas en el poste.

b) **Sobre azoteas.** Los conductores de comunicaciones deben tener una distancia de seguridad vertical mínima de 240 cm desde cualquier punto de la azotea sobre la que pasen.

Excepción 1: Edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en la distancia de seguridad sólo en la parte que sobresalga de la azotea, a no menos de 46 cm si:

1) Los conductores de la acometida de los sistemas de comunicaciones pasan sobre la azotea a no más de 1,2 m; y

2) Terminan en una canalización o soporte aprobado a través o arriba del techo.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 cm por cada 30 cm, se permite una reducción en la distancia de seguridad a un mínimo de 90 cm.

800-11. Acometidas subterráneas que entran a edificios. Los conductores subterráneos de comunicaciones que entren en los edificios, deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes:

a) **Con conductores de alumbrado o fuerza.** Los conductores subterráneos instalados en canalizaciones, registros o cajas de registro en los que haya conductores de alumbrado o fuerza, conductores de circuitos Clase 1 o de alarma contra incendios, que no sean de potencia limitada, deben estar separados de estos conductores por medio de un muro divisorio de tabique, ladrillo o concreto.

b) **Distribución subterránea en la cuadra.** Cuando todo el circuito de la calle sea subterráneo y el circuito dentro de la cuadra esté colocado de manera tal que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o fuerza de más de 300 V a tierra, no deben aplicarse los requisitos de aislamiento indicados en 800-12 (a) y 800-12 (c), ni se exige colocar soportes aislantes para los conductores, ni se necesitan conectores para la entrada de los conductores en el edificio.

c) **Punto de entrada.** El punto de entrada para los conductores de comunicaciones debe estar a una distancia no mayor que 7 m del punto de entrada de la acometida eléctrica.

Excepción: Cuando no sea factible instalar la acometida de comunicaciones de esta manera, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra separado, instalado de conformidad con la Sección 800-40(b)(3) y unido de acuerdo con las Secciones 800-40(c) y (d).

NOTA: Bajo ciertas condiciones, la longitud del conductor de unión tiene relación directa con la diferencia de potencial entre los circuitos de comunicaciones y de fuerza.

800-12. Circuitos que necesitan protectores primarios. Los circuitos que requieren protectores primarios como los descritos en 800-30, deben cumplir los siguientes requisitos:

a) **Aislamiento, alambres y cables.** Los alambres y cables de comunicaciones sin pantalla metálica, tendidos desde el último soporte exterior del edificio hasta el protector primario, deben estar listados para este propósito y tener una capacidad de conducción de corriente como se especifica en 800-30 (a) (1) (b) u 800-30 (a) (1) (c).

b) **Sobre edificios.** Los conductores de comunicación, que cumplan lo establecido en 800-12 (a), deben estar separados por lo menos 10 cm de los conductores de fuerza y alumbrado que no estén en una canalización o cable, o deben estar permanentemente separados de los conductores de los demás sistemas, además del aislamiento de los alambres, mediante una barrera no conductora, continua y fija firmemente, tal como un tubo de porcelana o tubería flexible. Los conductores de comunicaciones que cumplan con lo indicado en 800-12(a), que se encuentren expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado y fuerza operando a tensiones eléctricas

mayores de 300 V a tierra y fijados a los edificios, deben separarse de la estructura del edificio mediante aisladores de vidrio, porcelana u otro material aislante.

Excepción: La distancia de la estructura, de acabados en madera, no es necesaria cuando se omiten los fusibles, como está previsto en 800-30 (a)(1), o donde se usen los conductores para extender un circuito desde un cable que tenga pantalla metálica puesta a tierra hasta un edificio.

c) Entrada a edificios. Cuando se instale un protector primario dentro del edificio, los conductores de comunicación deben entrar al edificio ya sea por medio de una boquilla aislante, no absorbente y no combustible, o por medio de una canalización metálica. Puede omitirse la boquilla aislante en los conductores que entran, cuando los conductores: (1) son cables con pantalla metálica; (2) pasen a través de mampostería; (3) satisfacen los requisitos indicados en 800-12 (a) y se omitan los fusibles según se dispone en la Sección 800-30(a)(1); o (4) cumplan con los requisitos especificados en 800-12(a) y se utilicen para prolongar circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra hasta el edificio. Las canalizaciones o boquillas deben entrar desde el exterior al edificio con una pendiente hacia arriba desde el exterior o, cuando esto no es posible, deben hacerse curvas de goteo en los conductores inmediatamente antes de su entrada al edificio.

Las canalizaciones deben estar equipadas con una mufa de acometida aprobada. Se permite que entren a través de una canalización o boquilla más de un conductor de comunicaciones. Los tubos (conduit) u otras canalizaciones metálicas colocadas adelante del protector deben estar puestos a tierra.

800-13. Separación de los conductores de bajada de pararrayos. Se debe mantener una distancia de seguridad mínima de 1,8 m entre los conductores visibles de sistemas de comunicación y los conductores de bajada de los pararrayos.

C. Protección

800-30. Dispositivos de protección

a) Aplicación. En cada circuito que se encuentre parcial o completamente aéreo y que no se limite a la cuadra o edificio, se debe instalar un protector primario listado. También se debe colocar un protector primario listado en cada circuito, aéreo o subterráneo, que esté situado en la cuadra a la que pertenezca el edificio, que pueda estar expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensiones eléctricas mayores que 300 V a tierra. Además, donde exista exposición a descargas atmosféricas, cada circuito que conecta las edificaciones en un predio, debe protegerse con un protector primario listado en cada extremo del circuito de conexión. La instalación de protectores primarios también debe cumplir lo establecido en la Sección 110-3.

NOTA 1: En un circuito no expuesto a contacto accidental con conductores de fuerza, la instalación de un protector primario certificado de acuerdo con este Artículo, ayuda a proteger contra otros riesgos, tales como descargas atmosféricas y subidas anormales de tensión inducidas por corrientes de falla en circuitos de fuerza próximos a los de comunicaciones.

NOTA 2: Se considera que los circuitos de conexión entre edificaciones están expuestos a las descargas atmosféricas, a menos que exista alguna de las siguientes condiciones:

1) Los circuitos en grandes áreas metropolitanas donde los edificios están juntos y son suficientemente altos para interceptar las descargas atmosféricas.

2) Los tramos de cables de conexión entre edificios de 40 m de longitud o menores enterrados directamente o en tubo (conduit) subterráneo, donde una pantalla metálica continua del conductor o un tubo (conduit) metálico continuo que contenga al cable, esté unido al sistema de electrodos de puesta a tierra de cada edificio.

3) Las áreas que tengan un promedio de cinco días de tormenta o menos por año y la resistividad del terreno menor que 100 Ω-m.

1) Protectores primarios sin fusibles. Puede utilizarse un protector primario del tipo sin fusibles, bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

a) Donde los conductores que entran a un edificio por medio de un cable con pantalla metálica puesta a tierra y si los conductores en el cable se funden sin peligro, para todas las corrientes mayores a la capacidad de corriente eléctrica del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector.

b) Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con lo indicado en 800-12(a) para extender circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra eficazmente hasta un edificio, y si los conductores del cable o sus terminales, o las conexiones entre los conductores aislados y la planta expuesta, se funden sin peligro cuando pasa cualquier corriente eléctrica mayor que la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

c) Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con lo indicado en 800-12(a) o (b), para extender circuitos desde un cable que no tenga una(s) parte(s) de la pantalla metálica puesta a tierra hasta un edificio, si:

1) el protector primario está aprobado para este propósito; y

2) las conexiones de los conductores aislados a la planta expuesta o los conductores de dicha planta se funden sin presentar peligro cuando para corrientes eléctricas mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y la del conductor de puesta a tierra del protector primario.

d) Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-12 (a) para extender en forma aérea los circuitos hasta un edificio, desde un circuito no expuesto enterrado o subterráneo, no expuesto.

e) Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-12 (a) para extender los circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra eficazmente hasta un edificio, y si:

1) la combinación del protector primario y el conductor aislado está aprobado para ese uso; y

2) los conductores aislados se funden sin peligro para todas las corrientes eléctricas mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

2) Protectores primarios con fusibles. Cuando no se cumplan los requisitos indicados en la Sección 800-30(a)(1) de a) hasta (e) se deben usar protectores primarios con fusibles. Un protector primario con fusibles debe consistir en un protector contra sobretensiones eléctricas conectado entre cada conductor de fase y tierra, un fusible en serie con cada conductor de fase y una instalación de montaje adecuado. Las terminales del protector primario deben estar claramente marcadas para identificar las conexiones de fase, equipo y tierra, según sea aplicable.

b) Ubicación. El protector primario debe instalarse dentro del edificio o estructura a la que protege, o inmediatamente adyacente a ésta y tan cerca como sea posible del punto en el cual los conductores descubiertos entran o estén fijados. Para los propósitos de esta Sección, el punto en el cual los conductores expuestos entran, se debe considera el punto de salida a través de un muro exterior, una losa de concreto o desde un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado puesto a tierra a un electrodo, de acuerdo con lo indicado en 800-40 (b).

Para propósitos de esta Sección, debe considerarse que cumplen con los requisitos, los protectores primarios instalados en el equipo de acometida de casas móviles a la vista y a un máximo de 9 m desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o a un medio de desconexión en la casa móvil, puesta a tierra de acorde con lo especificado en 250-24 y situado al alcance de la vista y no mayor que 9 m de la casa móvil que alimenta.

NOTA - Si se selecciona la ubicación del protector primario para lograr que el conductor de puesta a tierra del protector sea lo más corto posible, se ayuda a eliminar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicación y otros sistemas metálicos.

c) Areas peligrosas (clasificadas). El protector primario no debe instalarse en áreas peligrosas (clasificadas), de acuerdo con lo definido en el Artículo 500, ni en la proximidad de materiales fácilmente inflamables.

Excepción: Como se permite en 501-14, 502-14 y 503-12.

800-31. Requisitos del protector primario. El protector primario debe consistir de una protección contra sobretensiones eléctricas conectadas entre cada conductor de línea y tierra, en un montaje apropiado. Las terminales del protector deben estar marcadas para identificar las conexiones de línea y tierra, según sea aplicable.

NOTA: Para mayor información sobre los requisitos aplicables de un protector primario, véase Apéndice B2.

800-32. Requisitos del protector secundario. Cuando un protector secundario se instale en serie con el alambre y el cable interior de comunicación entre el protector primario y el equipo, el protector debe estar aprobado para dicho propósito. El protector secundario debe incluir medios para limitar sin peligro la corriente eléctrica a valores menores de la capacidad de conducción de corriente del cable y del alambre de comunicación interiores aprobados, de cordones de línea telefónica aprobados y equipos de terminales de comunicación aprobadas, que tengan puertos para circuitos de comunicación con alambre exterior. Cualquier protección contra sobretensiones, apartarrayos o conexión de puesta a tierra, debe estar conectada en el lado de las terminales del equipo del medio limitador de corriente eléctrica del protector secundario.

NOTA 1: Para mayor información sobre los requisitos aplicables de un protector secundario, véase Apéndice B2.

NOTA 2: Los protectores secundarios en circuitos expuestos no están diseñados para usarse sin protectores primarios.

800-33. Puesta a tierra de cables. Las pantallas metálicas de los cables de comunicación que entren a los edificios deben ser puestas a tierra tan cerca como sea posible del punto de entrada o debe interrumpirse tan cerca del punto de entrada como sea practicable, por una junta aislante o por un dispositivo equivalente. Para propósitos de esta Sección, debe considerarse como punto de entrada, el lugar donde emergen los cables a través de un muro exterior, una losa de concreto o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado conectado a un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 800-40 (b).

D. Método de puesta a tierra

800-40. Puesta a tierra del cable y del protector primario. La pantalla metálica de los cables, cuando lo exija la Sección 800-33 y los protectores primarios deben ser puestos a tierra, como se indica a continuación.

a) Conductor de puesta a tierra

1) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado listado para este uso.

2) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, sólido o cableado.

3) Tamaño nominal. El conductor de puesta a tierra debe ser de un tamaño nominal no menor que 2,08 mm^2 (14 AWG).

4) Recorrido. El recorrido del conductor de puesta a tierra debe ser lo más recto y directo posible hasta el electrodo de puesta a tierra.

5) Daño físico. Cuando sea necesario, el conductor de puesta a tierra debe estar protegido contra daño físico. Cuando este conductor de puesta a tierra esté dentro de una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor de puesta a tierra, o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

1) Al lugar más cercano y accesible en:

a. El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, de acuerdo con lo indicado en 250-81;

b. El sistema interno de tuberías metálicas de agua del edificio puestas a tierra, acorde con 250-80(a);

c. Un medio externo accesible de la acometida de energía, fuera de las envolventes como se indica en 250-71(b);

d. La canalización metálica de la acometida de energía;

e. La envolvente del equipo de la acometida de energía;

f. El conductor del electrodo de puesta a tierra o el conductor del electrodo de puesta a tierra de la envolvente metálica; o

g. El conductor o el electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura puesta a tierra, conforme lo indicado en 250-24.

Para propósitos de esta Sección, debe considerarse accesible el equipo de acometida o medio de desconexión de una casa móvil, como se describe en 800-30(b),

2) Si el edificio o estructura alimentadas no tienen medios de puesta a tierra como se describe en (b)(1) anterior, a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-81; o

3) Si el edificio o estructura alimentadas no tienen los medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(1) o (b)(2); se debe conectar a una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o a una varilla o tubería de puesta a tierra de longitud no menor que 1,5 m y 13 mm de diámetro conducida en lo posible, a una parte del terreno que esté húmedo permanentemente y separada de los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas de acuerdo con lo indicado en 800-13 y a un mínimo de 1,8 m de distancia de los electrodos de otros sistemas. Ni las tuberías de vapor o agua caliente, ni los conductores que van hasta las varillas del sistema de protección contra descargas atmosféricas deben utilizar como electrodos para los protectores.

c) Conexión de los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra, deben cumplir con lo establecido en 250-115. Los conectores, abrazaderas, accesorios y zapatas utilizados para conectar conductores de puesta a tierra y puentes de unión a los electrodos de puesta a tierra o a cualquier otro elemento de puesta a tierra que esté embebido en concreto o enterrados en el suelo, deben ser adecuados para esta aplicación.

d) Conexión de electrodos. Un puente de unión de tamaño nominal no menor que 13,3 mm^2 (6 AWG) o equivalente debe conectar al electrodo de puesta a tierra de comunicaciones y el sistema de electrodos para puesta a tierra de energía en el edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos independientes. Se permite la unión de todos los electrodos de puesta a tierra independientes.

Excepción: En casas móviles conforme se indica en 800-41.

NOTA 1- Sobre el uso de terminales aéreas, véase 250-86.

NOTA 2- Si se unen todos los electrodos independientes de puesta a tierra, se limitan las diferencias de potencial entre los electrodos y entre sus sistemas alambrado asociados.

800-41. Puesta a tierra y unión del protector primario en casas móviles

a) Puesta a tierra. Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado al alcance de la vista desde, y a máximo de 9 m del muro exterior de la casa móvil que alimenta, o no existe un medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil, de acuerdo con 250-24 y se ubica a la vista del muro exterior de la casa móvil que alimenta, la puesta a tierra del protector primario debe estar conforme con lo indicado en 800-40 (b)(2) y (3).

b) Unión. La terminal o electrodo de puesta a tierra del protector primario debe unirse a la estructura metálica o mediante la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, mediante un conductor de puesta a tierra de cobre, con un tamaño nominal no menor que 3,31 mm^2 (12 AWG), de acuerdo con cualquiera de las condiciones siguientes:

1) Donde no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil como en el inciso a) anterior; o

2) Cuando la casa móvil está alimentada con clavija y cordón.

E. Conductores de comunicaciones dentro de edificios

800-48 Canalizaciones para conductores de comunicaciones. Cuando los alambres y cables de comunicaciones están instalados en una canalización, dicha canalización debe ser de un tipo permitido e instalado, de acuerdo con el Capítulo 3.

Excepción: Las canalizaciones no metálicas aprobadas de comunicaciones, identificadas para propósito general, para secciones verticales o para cámaras plena (de aire) de acuerdo con la Sección 800-51, e instaladas de acuerdo con las secciones 331-7 a 331-14, donde deben aplicarse los requisitos a tubería eléctrica no metálica.

800-49. Resistencia al fuego de conductores de comunicación. Los conductores de comunicación instalados como alambrado dentro de edificios deben estar listados como resistentes al fuego y a la propagación de la flama de acuerdo con lo indicado en 800-50 y 800-51.

800-50. Aprobación, marcado e instalación de conductores de comunicación. Los conductores de comunicación instalados dentro de edificios deben estar listados para este propósito e instalados conforme con lo establecido en la Sección 800-52. Los cables de comunicaciones y alambres de comunicaciones de instalación debajo de la alfombra, se deben marcar de acuerdo con la Tabla 800-50. La capacidad nominal de tensión del cable no se debe marcar en el cable o en los alambres de comunicaciones de instalación debajo de la alfombra.

NOTA - Las marcas de tensión eléctrica en el cable pueden mal interpretarse y sugerir que los cables son listados para aplicaciones de Clase 1, alumbrado y fuerza.

Excepción 1: Se permiten las marcas de tensión eléctrica en los cables, donde los cables listados tengan múltiples marcas, y las condiciones de certificación de alguna de ellas así lo requiera.

Excepción 2: Las marcas no se requieren cuando el cable esté listado y marcado entre al edificio desde el exterior y está continuamente canalizado en tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, y este tubo (conduit) esté puesto a tierra a un electrodo conforme con lo indicado en 800-40(b).

Excepción 3: Las marcas y etiquetas no se requieren cuando la longitud del cable dentro del edificio, medido desde el punto de entrada, no es mayor que 15 m y los cables que entran desde el exterior y terminan en una envolvente o protector primario listado.

NOTA 1 - Las cajas de derivaciones y terminales, ya sean plásticas o metálicas, son envolventes típicas para terminales y derivaciones de cables telefónicos.

NOTA 2 - Esta excepción limita la longitud del cable no listado de la instalación dentro del edificio a 15 m, mientras que la Sección 800-30 (b) requiere que el protector primario se ubique tan cerca como sea posible al punto de entrada del cable al edificio. Por tanto, en las instalaciones que requieran de un protector primario, el cable exterior no debe extenderse más de 15 m dentro del edificio, siempre que es posible instalar el protector primario más cerca de los 15 m del punto de entrada.

Excepción 4: Los cables multiusos pueden considerarse adecuados y se permite sustituir a los cables de comunicación, conforme con lo establecido en 800-53(f).

NOTA 1 - Los tipos de cables se listan en orden descendente en cuanto a su capacidad de resistencia al fuego. Los cables multiusos se listan arriba de los cables de comunicación, ya que los multiusos pueden sustituir a algunos cables de comunicación.

NOTA 2 - Véase las secciones citadas para los usos permitidos.

TABLA 800-50.- Identificación en los cables

Identificación del conductor	Tipo	Referencia
MPP	Cable multiuso en cámara plena (de aire)	800-51(g) y 800-53(a)
CMP	Cable de comunicación en cámara plena (de aire)	800-51(a) y 800-53(a)
MPR	Cable multiuso elevador	800-51(g) y 800-53(b)
CMR	Cable de comunicación elevador	800-51(b) y 800-53(b)
MPG	Cable multiuso usos generales	800-51(g) y 800-53(d)
CMG	Cable de comunicación de usos generales	800-51(c) y 800-53(d)
MP	Cable multiuso usos generales	800-51(g) y 800-52(d)
CM	Cable de comunicación de usos generales	800-51(d) y 800-53(d)
CMX	Cable de comunicación de uso limitado	800-51(e) y 800-53(d)
CMUC	Cable y alambre de comunicación bajo alfombra	800-51(f) y 800-53(d) Excepción 5

(Continúa en la Séptima Sección)

SEPTIMA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

(Viene de la Sexta Sección)

800-51. Requisitos de aprobación para conductores y canalizaciones de comunicación. Los conductores de comunicación deben ser de una capacidad de tensión eléctrica nominal no menor que 300 V y estar listados de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) hasta (i) siguientes, y las canalizaciones de comunicaciones deben estar aprobadas de acuerdo con (j) a (l). Los conductores de los cables de comunicaciones, diferentes de los que van en un cable coaxial, deben ser de cobre.

NOTA-Véase 800-4 para requerimientos de marcado de equipo.

a) **Tipo CMP.** El cable de comunicación tipo CMP instalados en cámara plena (de aire) debe estar aprobado para uso en cámaras plenas (de aire), ductos, y otros espacios utilizados para manejar aire acondicionado, y además como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humo.

NOTA: Para mayor información sobre cables con baja emisión de humo, véase Apéndice B1.

b) **Tipo CMR.** El cable de comunicaciones tipo CMR instalados en secciones verticales debe estar listado como adecuado para instalación en un tramo vertical en un tiro en ductos y listado y además con características de resistencia al fuego capaz de evitar transmitir el paso del fuego de un piso a otro.

NOTA: Para definir las características de resistencia al fuego capaces de impedir la transmisión de fuego de un piso a otro, véase Apéndice B2.

c) **Tipo CMG.** El cable de comunicaciones tipo CMG para uso general debe estar aprobado como adecuado para uso en comunicaciones de propósito general, excepto en ductos verticales, cámaras plenas (de aire), y también estar aprobado con las características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos.

NOTA: Para mayor información sobre un método para definir la resistencia a la propagación de fuego de un cable, véase Apéndice B1.

d) **Tipo CM.** El cable de comunicaciones tipo CM de usos generales debe estar aprobado como adecuado para usos generales de comunicaciones, con excepción de secciones verticales y cámaras plenas (de aire), y además estar aprobado como resistente a la propagación del fuego.

NOTA: Para información sobre un método para definir la resistencia de los cables a la propagación de fuego, véase el Apéndice B1.

e) **Tipo CMX.** El cable de comunicaciones de uso limitado tipo CMX debe estar aprobado como adecuado para uso en viviendas y para uso en canalizaciones y además debe estar aprobado como resistente a la propagación de la flama.

NOTA: Para información sobre un método para determinar si un cable es resistente a la propagación de la flama, véase Apéndice B1.

f) **Cables y alambres de Tipo CMUC para instalarse bajo alfombra.** El cable y alambre de comunicaciones tipo CMUC para instalación bajo alfombra debe estar aprobado para uso bajo alfombras y además como resistente a la propagación de la flama.

NOTA: Para información sobre un método para determinar si un cable es resistente a la propagación de la flama, véase Apéndice B1.

g) **Cables multiusos tipo MP.** Se permite que los cables que cumplen los requisitos para los tipos CMP, CMR, CMG y CM, y además satisfacen los requisitos indicados en la Sección 760-71 para cables multiconductores, y la Sección 760-71(h) para cables coaxiales, estén marcados y aprobados como cables multiuso tipos MPP, MPR, MPG y MP, respectivamente.

h) **Alambres de comunicación.** Los alambres de comunicaciones, tales como alambres de marcos de distribución y los de los puentes, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Para información sobre un método para determinar si un cable es resistente a la propagación de la flama, véase Apéndice B1.

i) **Cables híbridos de energía y comunicaciones.** Se permite instalar el cable híbrido de energía y comunicaciones aprobado, de Tipo NM o NM-B conforme con los requisitos del Artículo 336, y el cable para comunicaciones sea tipo CM, y las cubiertas de los cables aprobados NM NM-B y CM sean para una tensión eléctrica nominal de 600 V como mínimo, y el cable híbrido esté aprobado como resistente a la propagación del fuego.

NOTA: Para información sobre un método para determinar si un cable es resistente a la propagación de la flama, véase Apéndice B1.

j) Canalizaciones para comunicaciones en cámara plena (de aire). Las canalizaciones para comunicaciones en cámara plena (de aire) listadas como canalizaciones de fibra óptica de cámara plena (de aire), se permite para uso en ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios usados para ventilación, y también deben estar listados como poseedoras de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja emisión de humo.

(**k) Canalizaciones de secciones verticales, para comunicaciones**. Las canalizaciones de sectores verticales para comunicaciones listadas, deben tener las características de resistencia al fuego adecuadas para evitar la transmisión del fuego de un piso a otro.

(l) Canalizaciones de propósito general para comunicaciones. Las canalizaciones listadas de propósito general para comunicaciones deben tener las características de resistencia al fuego adecuadas.

800-52. Instalación de cables, alambres y equipos de comunicación. Los cables de comunicaciones que van desde el protector a los equipos o, cuando no sea necesario protector, los conductores de comunicaciones que están conectados al interior o el exterior del edificio deben cumplir con (a) hasta (e) siguientes:

(a) Separación con otros conductores

(1) En canalizaciones, cajas y cables

a. Otros circuitos de potencia limitada. Se permitirá instalar cables de comunicaciones en la misma canalización o encerramiento con cables de cualquiera de los tipos siguientes:

1. Circuitos de Clase 2 y Clase 3 de control remoto, señalización y potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725.

2. Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 760.

3. Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con el Artículo 770.

4. Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión, de acuerdo con el Artículo 820.

5. Circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia, de acuerdo con el Artículo 830.

b. Circuitos Clases 2 y 3. Los circuitos Clase 1 no deben estar en el mismo cable con circuitos de comunicaciones. Se permiten conductores de circuitos Clases 2 y 3 en el mismo cable con los circuitos de comunicación, en cuyo caso los circuitos de Clases 2 y 3 deben estar clasificados como circuitos de comunicación y cumplir con los requisitos de este Artículo. Los cables deben estar aprobados como cables de comunicaciones o cables multiusos.

Excepción: Los cables construidos con cables aprobados individuales de Clase 2 y 3, y de comunicaciones, bajo una cubierta común no necesitan estar clasificados como cables de comunicaciones. La clasificación de resistencia al fuego del cable compuesto debe determinarse mediante el desempeño de este cable compuesto.

c. Circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media. En canalizaciones, compartimientos y cajas. Los conductores de comunicaciones no se deben colocar en canalizaciones, envolventes, cajas de salida, cajas de empalmes o accesorios similares con conductores de alumbrado y fuerza, o circuitos de fuerza Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media.

Excepción 1: Donde todos los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o alarma contra incendio, de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media están separados de todos los otros conductores de comunicaciones mediante una barrera.

Excepción 2: Conductores de circuitos de fuerza en cajas de salida, cajas de empalmes o accesorios similares o envolventes donde tales conductores se introducen solamente para alimentar al equipo de comunicaciones, o para la conexión de equipo de control remoto. Los conductores de circuitos de fuerza, de alumbrado, Clase 1, o señalización de incendio de potencia no limitada deben guiarse dentro de la envolvente para mantener una separación mínima de 6 mm de los conductores de comunicaciones.

(2) Otras aplicaciones. Los conductores de comunicaciones que corren en tiros con conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o de alarma contra incendio de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media deben estar separados de éstos no menos de 51 mm.

Excepción 1: Donde: (1) todos los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o de alarma contra incendio de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media, están en una canalización o en cables con forro metálico, revestimiento metálico, forro no metálico, Tipo AC o UF, o (2) todos los conductores de comunicaciones están confinados en una canalización.

Excepción 2: Cuando los conductores de alumbrado, estén separados permanentemente de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha alimentados, por una red de potencia media, adicionalmente al aislamiento de los alambres, por una barrera no conductora continua y fijada firmemente tales como tubos de porcelana o tuberías flexibles.

(b) Propagación del fuego o productos de la combustión. Las instalaciones en espacios huecos (vacíos), tiros verticales y ductos de ventilación o extracción de aire se deben hacer de tal forma que la posible propagación del fuego o productos de la combustión no se vean considerablemente incrementados.

Las aberturas que atraviesen paredes, pisos o techos falsos resistentes al fuego, deben sellarse contra el fuego acordes con sistemas aprobados.

(c) Equipos en otro espacio del usado para ventilación. Se debe aplicar lo establecido en 300-22(c).

(d) Soporte tipo charola para cables. Los cables tipos MPP, MPR, MPG y MP, y los cables de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG y CM pueden instalarse en soporte tipo charola para cables.

(e) Soporte de los conductores. Las canalizaciones no pueden usarse como medios de soporte para cables y alambres de comunicaciones. Los cables o alambres de comunicaciones no se deben sujetar con grapas, o con cinta, ni asegurarlos por otros medios al exterior de cualquier tubo (conduit) o canalización.

Excepción: Se permite que los tramos aéreos de cables o alambres de comunicaciones vayan sujetos al exterior de un mástil tipo canalización previsto para la sujeción y soporte de estos conductores

800-53. Aplicaciones de alambres, cables y canalizaciones aprobados para comunicaciones. Los cables de comunicaciones deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados (a) hasta (f):

a) Plafones y cámaras plenas (de aire). Los cables instalados en ductos, plafones y en otros espacios usados para el manejo de aire acondicionado deben ser del tipo CMP. Además, se permite que las canalizaciones de comunicaciones certificadas en cámaras plenas (de aire) vayan instaladas en conductos y cámaras de aire como se describe en la Sección 300-22(b) y en otros espacios usados para ventilación, como se describe en la Sección 300-22(c). Solamente se permite instalar en estas canalizaciones cable tipo CMP.

Excepción: Los cables de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG, CM y CMX y otros alambres de comunicaciones instalados conforme se establece en 300-22.

b) Secciones verticales. Los cables instalados en corridas verticales a través de más de un piso, o cables en secciones verticales en ductos, deben ser tipo CMR. Las instalaciones que atraviesen pisos y requieran cables Tipo CMR deben contener únicamente cables adecuados para su instalación en ductos verticales o cámaras plenas (de aire). Además, se permite que las canalizaciones aprobadas de comunicaciones de secciones verticales se instalen en tramos de secciones verticales en un pozo de un piso a otro. En estas canalizaciones se permite instalar solamente cables tipo CMR y CMP

NOTA-Para los requisitos de detención de fuego para pasos por piso, véase 800-52(b).

Excepción 1: Cuando los cables aprobados están confinados en canalizaciones metálicas o están localizados en tiros verticales protegidos contra incendios con barreras contra incendio en cada piso.

Excepción 2: Se permite instalar los cables tipo CM y CMX en viviendas de unifamiliares o bifamiliares.

c) Conjuntos de marcos de distribución y de conexión cruzada. En conjuntos de distribución y de conexión cruzada, se deben usar cables de comunicaciones.

Excepción: Se permiten usar cables de tipo CMP, CMR, CMG y CM.

d) Otros alambrados en el interior de edificios. Los cables instalados en edificios diferentes a los descritos en (a), (b) y (c) anteriores, deben ser tipo CMG o CM. En las canalizaciones de propósito general sólo se permite utilizar cables tipos CMG, CM, CMR o CMP.

Excepción 1: Cuando los cables de comunicación aprobados están confinados en canalizaciones de un tipo incluido en el Capítulo 3.

Excepción 2: Los cables de comunicación tipo CMX en espacios descubiertos cuando el tramo expuesto del cable no sea mayor que 3 m.

Excepción 3: Los cables de comunicaciones tipo CMX de diámetro menor que 6,5 mm instalados en viviendas de unifamiliares o bifamiliares.

Excepción 4: Los cables de comunicación tipo CMX de diámetro menor que 6,5 mm instalados en espacios no confinados en viviendas multifamiliares.

Excepción 5: Cables de comunicación tipo CMUC instalados bajo alfombras y los cables instalados bajo alfombra.

e) Cables híbridos de fuerza y comunicaciones. Los cables híbridos de energía y comunicaciones aprobados según se indica en 800-51(i), pueden instalarse en unidades de vivienda unifamiliares y bifamiliares.

f) Substitución de cables. Se permite la substitución de cables de comunicaciones conforme con lo permitido en la Tabla 800-53 e ilustrados en la figura 800-53.

TABLA 800-53. Usos de cables y sustituciones permitidas

Tipo de cable	Uso	Referencias	Substituciones permitidas
CMP	Cable de comunicaciones en cámaras plenas (de aire)	800-53(a)	MPP
CMR	Cable de comunicaciones para secciones verticales	800-53(b)	MPP, CMP, MPR
CMG, CM	Cables de propósito general para comunicaciones	800-53(d)	MPP, CMP, MPR, CMR, MPG, MP
CMX	Cable para comunicaciones, de uso limitado	800-53(d)	MPP, CMP, MPR, CMR, MPG, MP, MG, CM

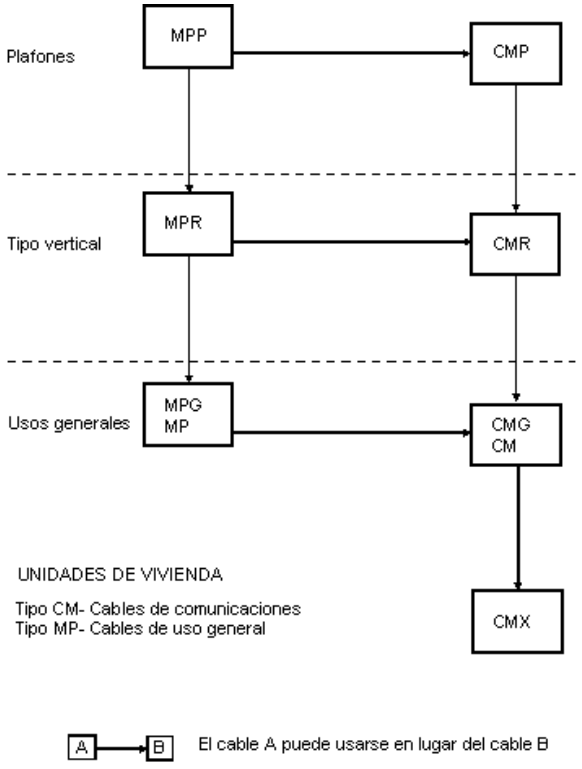


Figura 800-53.- Jerarquía de substitución de cables

ARTICULO 810-EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISION

A. Disposiciones generales

810-1. Alcance. Este Artículo se aplica a sistemas de antenas para equipos de recepción de radio y televisión, equipos transmisión y recepción de radioaficionados, y algunas características de seguridad del transmisor. Este Artículo trata sobre antenas tales como las multi-elementos, de varilla vertical y parabólicas, y también comprende el alambrado y cableado que las conecta a los equipos, pero no incluye equipos y antenas usados para acoplar la corriente portadora a los conductores de la línea de fuerza.

810-2. Otros Artículos aplicables. El alambrado desde la fuente de suministro de energía a y entre los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior y entre dichos dispositivos deben cumplir con los Capítulos 1 a 4, excepto por las modificaciones indicadas en las Partes A y B del Artículo 640. El alambrado para equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio debe cumplir con el Artículo 640. El cable coaxial que conectan las antenas a los equipos debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

810-3. Antenas comunitarias de televisión. Las antenas comunitarias deben cumplir con lo establecido en este Artículo. El sistema de distribución debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

810-4. Supresores de ruido para radio. Los dispositivos que eliminan las interferencias de radio, los condensadores de interferencia o los supresores de ruido conectados a los conductores de alimentación, deben estar listados y no deben estar expuestos a daño físico.

810-5. Definiciones. Véase el Artículo 100.

B. Equipo receptores-Sistemas de antenas

810-11. Material. Las antenas y los conductores de entrada deben ser de cobre duro, bronce, aleación de aluminio, cobre con núcleo de acero u otro material de alta resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.

Excepción: Se permite instalar alambre de cobre blando o semiduro para los conductores de entrada de antena cuando los tramos entre los puntos de soporte no son mayores de 10 m.

810-12. Soportes. Las antenas exteriores y los conductores de entrada deben estar firmemente soportados. Ni las antenas ni los conductores de entrada se deben sujetar a los mástiles de la acometida eléctrica, ni en postes o estructuras similares que porten alambres a la vista de alumbrado o fuerza, o alambres para troles de más de 250 V entre conductores. Los aisladores que sostengan a los conductores de la antena deben tener suficiente resistencia mecánica para sostenerlos con seguridad. Los conductores de entrada deben fijarse firmemente a las antenas.

810-13. Modo de evitar contacto con conductores de otros sistemas. Las antenas exteriores y los conductores de entrada que vayan desde una antena hasta un edificio, no deben cruzar por encima de conductores expuestos de circuitos de alumbrado o de fuerza y se deben mantener alejados de tales circuitos, con el fin de evitar la posibilidad de contactos accidentales. Cuando no se pueda evitar la proximidad con los conductores expuestos de alumbrado o de las acometidas de instalaciones de menos de 250 V entre conductores, la instalación debe realizarse de manera que se proporcione una distancia de seguridad no menor que 60 cm. Cuando sea posible, los conductores de la antena se deben instalar de modo que no crucen por debajo de otros conductores expuestos de alumbrado o fuerza.

810-14. Empalmes. Los empalmes y uniones en los tramos de antena deben ser mecánicamente seguros y con dispositivos de empalme aprobados o por otros medios que no debiliten de forma apreciable a los conductores.

810-15. Puesta a tierra. Los mástiles y las estructuras metálicas que sostienen a las antenas deben ponerse puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 810-21.

810-16. Tamaño nominal del cable de la antena-estación receptora

a) Tamaño nominal del cable de la antena. Los conductores de la antena instalados en el exterior de la estación receptora deben ser de un tamaño nominal no-menor que lo indicado en la Tabla 810-16(a).

TABLA 810-16(a).- Tamaño nominal de los conductores de antena exterior para estaciones receptoras

Material	Tamaño nominal mínimo de los conductores, cuando la longitud máxima del tramo es:		
	Menor que 10 m	De 10 m a 45 m	Mayor que 45 m
Aleación de aluminio y cobre duro	65 mm^2 (19 AWG)	2,08 mm^2 (14 AWG)	3,31 mm^2 (12 AWG)
Cobre con núcleo de hierro, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	0,519 mm^2 (20 AWG)	1,03 mm^2 (17 AWG)	2,08 mm^2 (14 AWG)

b) **Antenas autosoportadas.** Las antenas exteriores, como las verticales, parabólicas o bipolares, deben ser de materiales resistentes a la corrosión y de resistencia mecánica adecuadas para resistir las condiciones de carga del viento. Deben instalarse, lo más alejadas posible de conductores aéreos de los circuitos de alumbrado y de fuerza de más de 150 V a tierra, con objeto de evitar la posibilidad de que, si cayera la antena o la estructura, se produzca un contacto accidental con los circuitos o caigan sobre dichos circuitos.

810-17. Tamaño nominal de los conductores de entrada-estación receptora. Los conductores de entrada de antenas exteriores para estaciones receptoras deben, para distintas longitudes máximas de tramos expuestos, tener un tamaño nominal tal que tenga una resistencia a la tracción por lo menos igual que la de los conductores de antena especificados en 810-16. Cuando la entrada esté formada por dos o más conductores trenzados juntos dentro de la misma cubierta, o sean concéntricos, el tamaño nominal del conductor para distintas longitudes máximas de los tramos expuestos debe ser tal, que la resistencia a la tracción de la combinación sea por lo menos tan grande como la de los conductores de antena especificados en 810-16.

810-18. Distancias de seguridad-Estaciones receptoras

a) **Fuera de los edificios.** Los conductores de entrada fijados a los edificios se deben instalar de forma que no puedan aproximarse, al moverse, a menos de 60 cm de los conductores de los circuitos de 250 V o menos entre conductores, o a menos de 3 m de los conductores de los circuitos de más de 250 V entre conductores; se exceptúa el caso de circuitos cuya tensión eléctrica no exceda 150 V entre conductores, si todos los conductores implicados están fijados para asegurar una distancia permanente, en cuyo caso la distancia puede reducirse, pero no debe ser menor que 10 cm. La distancia de seguridad entre conductores de entrada y cualquier conductor que forme parte de un sistema de protección contra tormentas eléctricas, no debe ser menor que 1,8 m, a menos que se haga la unión como se indica en la Sección 250-86. Los conductores subterráneos deben separarse al menos 30 cm de los conductores de cualquier circuito de fuerza, alumbrado, o Clase 1.

Excepción: Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o de entrada de antena que se instalen en canalizaciones o armadura metálica.

b) **Antenas y cables de entradas interiores.** Las antenas y conductores de entradas interiores no deben estar a menos de 5 cm de los conductores de otros sistemas de alambrado en el predio.

Excepción 1: Cuando tales conductores estén instalados en canalizaciones o armaduras metálicas.

Excepción 2: Cuando estén permanentemente separados de tales conductores por medio de una cubierta aislante y continua fijada firmemente, como tubo de porcelana o tubería flexible.

c) **En cajas u otras envolventes.** Las antenas y entradas interiores pueden ocupar la misma caja o envolvente que los conductores de otros sistemas de alambrado, cuando estén separados de esos otros conductores por una barrera instalada efectiva y permanentemente.

810-19. Circuitos de alimentación eléctrica utilizados como antena-estación receptora. Cuando se utiliza un circuito de alimentación eléctrica como antena, el dispositivo de acoplamiento entre la red eléctrica y el receptor de radio al circuito, debe estar listado para este uso.

810-20. Dispositivos para descarga de antenas-estaciones receptoras

a) **Donde se requiere.** Cada conductor de entrada procedente de una antena exterior debe estar provisto de una unidad aprobada de descarga de antena.

Excepción: Cuando los conductores de entrada estén dentro de una pantalla metálica continua permanente y esté puesta a tierra eficazmente, o estén protegidos por una unidad de descarga de antena.

b) **Ubicación.** Las unidades de descarga de antenas se deben instalar fuera o dentro del edificio, entre el punto de entrada de los conductores de entrada y el o receptor de radio o los transformadores, y tan cerca como sea posible de la entrada de los conductores al edificio. Las unidades de descarga de antena no deben ubicarse cerca de materiales combustibles, ni en las áreas peligrosas (clasificadas) según lo definido en el Artículo 500.

c) **Puesta a tierra.** La unidad de descarga de antenas debe estar puesta a tierra conforme con lo establecido en 810-21.

810-21. Conductores de puesta a tierra-estaciones receptoras. Los conductores de puesta a tierra deben cumplir con los incisos (a) a (j) siguientes:

a) **Material.** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio, cobre con núcleo de acero, bronce u otro material resistente a la corrosión. No se deben usar conductores de puesta a tierra de aluminio o aluminio recubierto de cobre cuando estén en contacto directo con construcciones de mampostería o con la tierra o expuestos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen en exteriores, los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no se deben instalar a una distancia menor que 457 mm del suelo.

b) **Aislamiento.** Los conductores de puesta a tierra pueden estar no aislados.

c) **Soportes.** Los conductores de puesta a tierra deben asegurarse firmemente y pueden fijarse a las superficies donde deban instalarse, sin necesidad de usar soportes aislantes.

Excepción: Cuando no se puedan instalar soportes adecuados, el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra debe aumentar proporcionalmente.

d) **Protección mecánica.** El conductor de puesta a tierra debe protegerse donde esté expuesto a daño físico, o se debe aumentar proporcionalmente el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra, para compensar la falta de protección. Cuando se instale un conductor de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización deben estar unidos al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de puesta a tierra.

e) **Recorrido en línea recta.** El conductor de puesta a tierra para una antena o unidad de descarga de antena se debe instalar en línea recta tanto como sea factible, desde el mástil de la antena o desde la unidad de descarga, hasta el electrodo de puesta a tierra.

f) **Electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe conectarse en la forma siguiente:

1) Al lugar accesible más cercano: (1) en el sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, como se describe en 250-81; (2) al sistema interno de tubería metálica de agua puesta a tierra, como se describe en 250-80(a); (3) a los medios accesibles de la acometida de energía fuera de las envolventes de acuerdo con lo indicado en 250-71(b); (4) a la canalización metálica de la acometida de energía; (5) a la envolvente del equipo de acometida, o (6) al conductor del electrodo de puesta a tierra o a las envolventes metálicas del conductor del electrodo de puesta a tierra.

2) Si el edificio o estructura servida no tiene un medio de puesta a tierra como los descritos en (f)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-81.

3) Si el edificio o estructura servida no tiene un medio de puesta a tierra como se describe en (f)(1) o (f)(2), a (1) una estructura metálica puesta a tierra eficazmente, o (2) a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-83.

g) **Dentro o fuera del edificio.** El conductor de puesta a tierra puede tenderse dentro o fuera del edificio.

h) **Tamaño nominal.** El conductor de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal menor que 5,26 mm^2 (10 AWG) para cobre 8,37 mm^2 (8 AWG) para aluminio, 1,03 mm^2 (17 AWG) para el cobre con núcleo de acero o para bronce.

i) **Tierra común.** Puede utilizarse un solo conductor de puesta a tierra que sirva a la vez a los fines de protección y operación.

j) **Unión de electrodos.** Se debe conectar un puente de unión de tamaño nominal no-menor que 13,3 mm^2 (6 AWG) de cobre o equivalente entre el equipo de radio y televisión puestos a tierra y el sistema de electrodos de puesta a tierra de energía del edificio o estructura servida cuando se usen electrodos separados.

C. Estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados-Sistemas de antenas

810-51. Otras secciones aplicables. Los sistemas de antena de las estaciones de radioaficionados, transmisoras y receptoras, además de cumplir con las disposiciones de esta Parte C, deben cumplir con lo estipulado en 810-11 a 810-15.

810-52. Tamaño nominal de conductores de la antena. Los conductores de la antena para estaciones de radioaficionados, transmisoras y receptoras, deben ser de tamaño nominal no menor que lo indicado en la Tabla 810-52.

TABLA 810-52.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de antena exterior para estaciones de radioaficionados, mm^2 (AWG)

Material	Tamaño nominal mínimo cuando la longitud máxima del tramo es:	
	De 10 hasta 45 m	Mayor que 45 m
Cobre duro	2,08 mm^2 (14 AWG)	5,26 mm^2 (10 AWG)
Cobre con núcleo de acero, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	2,08 mm^2 (14 AWG)	3,31 mm^2 (12 AWG)

810-53. Tamaño nominal de los conductores de entrada. Los conductores de entrada para estaciones transmisoras deben tener, para distintas longitudes máximas de tramos, un tamaño nominal por lo menos igual que el de los conductores para antena especificados en 810-52.

810-54. Distancias de seguridad en el edificio. Los conductores de antena para estaciones transmisoras fijados a los edificios, deben montarse firmemente, dejando una distancia de seguridad mínima de 75 mm hasta la superficie del edificio e ir montados sobre soportes aislantes no absorbentes, tales como varillas o abrazaderas tratadas, y equipados con aisladores que tengan una distancia de fuga y de distancia libre no menor que 75 mm. Los conductores de entrada fijados al edificio deben someterse también a estos requisitos.

Excepción: Cuando los conductores de entrada están confinados en una pantalla metálica continua, permanente y puesta a tierra eficazmente, no se requiere cumplir con estos requisitos. Si la pantalla metálica está puesta a tierra se puede utilizarla también como conductor.

810-55. Entrada al edificio. Los conductores de entrada de la antena de las estaciones de transmisión, excepto cuando están protegidos por una pantalla metálica continua puesta a tierra en forma permanente y efectiva, deben entrar a los edificios por uno de los métodos siguientes:

(1) a través de un tubo o boquilla aislante, no absorbente, no combustible y rígida;

(2) a través de una abertura provista para el propósito, en la que los conductores de entrada están fijados firmemente, dejando una distancia de seguridad, no menor que 50 mm; o

(3) a través de un agujero perforado en el vidrio de una ventana.

810-56. Protección contra contactos accidentales. Los conductores de entrada a las antenas a los transmisores de radio, deben ubicarse o instalarse de manera que se dificulte el contacto accidental con ellos.

810-57. Unidades de descarga de antenas-estaciones transmisoras. Cada conductor de entrada de una antena exterior debe estar provisto de una unidad de descarga de la antena u otro medio adecuado para descargar la electricidad estática desde el sistema de la antena.

Excepción 1: Cuando cada conductor esté protegido por una pantalla metálica continua puesta a tierra de forma permanente y efectiva.

Excepción 2: Cuando la antena está puesta a tierra de forma permanente y efectiva.

810-58. Conductores de puesta a tierra-Estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados. Los conductores de puesta a tierra, deben cumplir con los incisos siguientes:

a) **Otras secciones aplicables.** Todos los conductores de puesta a tierra de los equipos de las estaciones de radioaficionados, transmisoras y receptoras, deben cumplir con lo indicado en 810-21 (a) hasta (j).

b) **Tamaño nominal del conductor de puesta a tierra para protección.** El conductor de puesta a tierra para protección de estaciones transmisoras debe ser de un tamaño nominal como mínimo igual que el conductor de entrada de la antena, pero en ningún caso de tamaño nominal no menor que 5,26 mm^2 (10 AWG) para cobre, bronce o bronce con núcleo de acero.

c) **Tamaño nominal del conductor de puesta a tierra para funcionamiento.** El conductor de puesta a tierra para el funcionamiento de estaciones transmisoras no debe ser de tamaño nominal menor que 2,08 mm^2 (14 AWG) para cobre o su equivalente.

D. Instalaciones interiores-Estaciones transmisoras

810-70. Distancias de seguridad de otros conductores. Todos los conductores dentro del edificio deben instalarse a distancia de seguridad no menor que 10 cm, de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, fuerza o señalización.

Excepción 1: Conforme con lo indicado en el Artículo 640.

Excepción 2: Cuando estén separados de otros conductores por medio de canalizaciones o por algún material no conductor fijo firmemente como un tubo de porcelana o tubo (conduit) flexible.

810-71. Disposiciones generales. Los transmisores deben cumplir con los incisos (a) hasta (c) siguientes:

a) **Carcasa.** El transmisor debe estar dentro de una carcasa o malla metálica, o separado del espacio destinado al personal encargado del funcionamiento, por una barrera u otro medio equivalente, cuyas partes metálicas estén puestas a tierra efectivamente.

b) **Puesta a tierra de los controles.** Todas las palancas metálicas y controles exteriores accesibles al personal encargado del funcionamiento deben estar puestos a tierra efectivamente.

c) **Bloqueo de puertas.** Todas las puertas de acceso deben estar provistas de bloqueos que desconecten todas las tensiones eléctricas mayores a 350 V entre conductores, cuando se abra cualquier puerta de acceso.

ARTICULO 820-SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ANTENAS COMUNITARIAS DE RADIO Y TELEVISION

A. Disposiciones generales

820-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo deben aplicarse a los cables coaxiales de distribución, de señales de radiofrecuencia, usualmente empleados en los sistemas de antenas comunitarias de televisión (CATV).

820-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, véase el Artículo 100. Se aplican además las definiciones siguientes.

Expuesto. Un cable expuesto es un cable que se encuentra en una posición tal, que en caso de falla de los soportes y del aislamiento, puede dar como resultado el contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100, para otras dos definiciones de Expuesto.

Predios. El terreno y las edificaciones de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto de demarcación de la red entre la empresa de servicios y el usuario.

Punto de entrada. Punto dentro de un edificio por donde el cable emerge de un muro exterior, de un piso de concreto o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o tubo (conduit) metálico tipo semipesado conectados puesta a tierra a un electrodo, de acuerdo con la Sección 800-40(b).

820-3. Lugares y otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con (a) hasta (g).

(a) Propagación del fuego o productos de la combustión. Sección 300-21.

(b) Ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación. La Sección 300-22, cuando se instalan en ductos o cámaras plenas (de aire) u otros espacios de ventilación.

Excepción: Lo permitido en la Sección 820-53(a).

(c) Instalación y uso. Se debe aplicar la Sección 110-3.

(d) Instalaciones de cables de fibra óptica, conductores y no conductores. Artículo 770.

(e) Circuitos de comunicaciones. Artículo 800.

(f) Sistemas de comunicaciones de banda ancha, alimentados por red. Artículo 830.

(g) Métodos de alambrado alternos. Se permite reemplazar los métodos de alambrado del Artículo 820 por los del Artículo 830.

NOTA: El uso de los métodos de alambrado del Artículo 830 facilita la actualización de las instalaciones del Artículo 820 a aplicaciones de banda ancha alimentadas por red.

820-4. Limitaciones de energía. El cable coaxial puede ser utilizado para suministrar energía a baja potencia a equipos directamente asociados con los sistemas de distribución de radiofrecuencia, siempre que la tensión eléctrica no sea mayor que 60 V y donde la corriente eléctrica de alimentación provenga de un transformador u otro dispositivo que tenga características de limitación de potencia.

820-5. Acceso a equipo eléctrico atrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a equipo no debe evitarse por una acumulación de cables y alambres que impidan el retiro de paneles, incluyendo paneles colgantes en plafones.

820-6. Ejecución mecánica de los trabajos. Los sistemas de distribución de antenas comunitarias, radio y televisión deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo.

NOTA: Para información adicional sobre la práctica industrial aceptada, Véase el Apéndice B2

B. Cables exteriores y que entran a edificios

820-10. Cables exteriores. Los cables coaxiales, antes del punto de puesta a tierra, como se define en 820-33, deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes (a) hasta (f):

a) **Sobre postes.** Cuando sea posible, los conductores en postes se deben instalar debajo de los conductores de alumbrado o fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia limitada, y no deben sujetarse a las crucetas que llevan estos conductores de alumbrado o fuerza.

b) **Distancia de seguridad de los conductores en la entrada.** Los conductores de entrada de antena o aéreos desde un poste u otro soporte, incluyendo el punto de amarre a un edificio o estructura, deben mantenerse alejados de los circuitos de alumbrado o fuerza de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia limitada, a fin de evitar contactos accidentales.

Excepción: Cuando no pueda evitarse la proximidad a los conductores de circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia limitada, la instalación debe ser tal que asegure una distancia de seguridad no menor que 30 cm de estas bajadas de acometidas aéreas de circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia limitada.

c) **En mástiles**. Se permite sostener los cables aéreos en un mástil de canalización situado encima de la azotea, que no encierre, ni sostenga conductores de circuitos de alumbrado o fuerza.

d) **Sobre azoteas.** Los cables que pasen sobre edificios deben estar a una distancia de seguridad vertical no menor que 2,4 m por encima de cualquier punto de la azotea por el que pasen.

Excepción 1: Edificios auxiliares tales como garaje (cocheras o estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite reducir la distancia de seguridad anterior, sólo por encima de la porción sobresaliente del techo, a no menos de 45 cm, si: (1) no mayor que 1,2 m de los conductores de la acometida aérea de comunicación que pasan por encima de la saliente del techo; y (2) si terminan en una canalización o soporte aprobado.

Excepción 3: Donde el techo tenga una pendiente no menor que 10 cm por cada 30 cm, se permite una reducción en la distancia de seguridad de 90 cm.

e) **Entre edificios.** Los cables que se extiendan entre edificios, y también los soportes o grapas de sujeción, deben ser adecuados para este uso y tener la suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos.

Excepción: Cuando un cable no tenga suficiente resistencia para autosoportarse debe soportarse por medio de un cable mensajero que, junto con las grapas de fijación o soportes, debe ser adecuado para este uso y tener la suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que pueda estar sometido.

f) **Sobre los edificios.** Donde los cables estén fijados a edificios, deben estar amarrados firmemente de manera que queden separados de otros conductores, como se indica a continuación:

1) **Alumbrado o fuerza.** El cable coaxial debe tener una separación de por lo menos 10 cm de los conductores de alumbrado o de fuerza, de Clase 1 o de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no estén dentro de una canalización o cable, o estar permanentemente separados de los conductores de otro sistema por medio de un material no conductor continuo y firmemente fijado, adicional al aislamiento de los alambres.

2) **Otros sistemas de comunicaciones.** El cable coaxial debe instalarse de forma que no interfiera innecesariamente durante el mantenimiento a otros sistemas. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, deben causar abrasión en los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de otro sistema.

3) **Conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas.** Cuando sea posible, se debe mantener una distancia de seguridad no menor que 1,8 m entre los cables coaxiales y los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

820-11. Conductores de entrada a los edificios

a) **Sistemas subterráneos.** Los cables coaxiales subterráneos instalados en ductos, pedestales, registros, o pozos de registro conteniendo conductores de circuitos de fuerza, alumbrado, Clase 1, deben estar en una sección permanentemente separada de tales conductores mediante una barrera adecuada.

b) Cables y canalizaciones directamente enterrados. El cable coaxial directamente enterrado debe estar a una distancia de seguridad de por lo menos 30 cm de cualquier conductor de circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1.

Excepción 1: Cuando los conductores eléctricos de acometida o cables coaxiales estén instalados en canalizaciones o tengan armaduras metálicas.

Excepción 2: Cuando los conductores de circuitos derivados de fuerza, alumbrado, o alimentadores y conductores de circuitos Clase 1 estén instalados en canalización o en cables con pantalla o armadura metálica, o de tipo UF o USE; o los cables coaxiales que tengan una armadura metálica o estén instalados en una canalización.

C. Protección

820-33. Puesta a tierra de la pantalla conductora exterior de un cable coaxial. Cuando el cable coaxial esté expuesto a descargas atmosféricas o a contactos accidentales con los conductores de un sistema de protección contra descargas atmosféricas o con otros conductores eléctricos que operen a una tensión eléctrica de más de 300 V a tierra, la pantalla conductiva exterior del cable coaxial debe ponerse puesta a tierra en el predio tan cerca como sea posible al punto de entrada del cable. Para propósitos de esta Sección, el punto en el cual el cable expuesto, se debe considerar que es el punto donde emerge de un muro exterior, de una losa de concreto, o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado conectado puesta a tierra a un electrodo, conforme con lo establecido en 820-40(b).

Para propósitos de esta Sección, la puesta a tierra ubicada en el equipo de acometida de una casa móvil a la vista de la pared exterior de la casa móvil y a no más de 9 m de la casa móvil, o en el medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde con 250-24 y ubicada a la vista de la pared exterior y a no más de 9 m de la casa móvil, cumple con los requisitos de esta Sección.

NOTA-El localizar la puesta a tierra para lograr la longitud mínima posible del conductor de puesta a tierra, ayuda a limitar las diferencia de potencial entre el sistema de antena comunitaria de televisión y otros sistemas metálicos.

a) Puesta a tierra de pantallas. Cuando la pantalla exterior conductiva de un cable coaxial esté puesta a tierra, no se requiere de otro dispositivo de protección.

b) Dispositivos de protección de pantallas. Se permite la puesta a tierra de la pantalla de un cable coaxial aéreo mediante un dispositivo de protección, que no interrumpa el sistema de puesta a tierra dentro del local.

D. Método de puesta a tierra

820-40. Puesta a tierra del cable. Cuando lo requiere la Sección 820-33, la pantalla del cable coaxial debe ponerse puesta a tierra como se especifica en los incisos a) hasta d) siguientes:

a) Conductor de puesta a tierra

1) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y debe estar aprobado como adecuado para este propósito.

2) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser cobre u otro material conductivo resistente a la corrosión, cableado o sólido.

3) Tamaño nominal. El conductor de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal menor que 2,08 mm^2 (14 AWG) y debe tener una capacidad de conducción de corriente aproximadamente igual que la del conductor exterior del cable coaxial.

4) Tendido en línea recta. El conductor de puesta a tierra debe tenderse hacia el electrodo de puesta a tierra en línea recta tanto como sea posible.

5) Protección física. Cuando está expuesto a daño físico, el conductor de puesta a tierra debe protegerse adecuadamente. Cuando el conductor de puesta a tierra vaya tendido en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor de puesta a tierra o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de puesta a tierra.

b) Electrodo. El electrodo de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

1) A la ubicación más cercana posible en:

a. El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura conforme con lo establecido en 250-81;

b. El sistema interior de tuberías metálicas de agua acorde a 250-80(a);

c. Los medios accesibles externos a la envolvente de la acometida conforme con lo establecido en 250-71(b);

d. La canalización metálica de la acometida de alimentación;

e. A la envolvente de los equipos de acometida;

f. El conductor de puesta a tierra del electrodo o el encerramiento metálico del conductor de puesta a tierra del electrodo; o

g. Al conductor de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que esté puesta a tierra a un electrodo, como se especifica en 250-24.

2) Si el edificio o estructura alimentados no tienen una puesta a tierra como se describe en (b)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-81; o

3) Si el edificio o estructura alimentada no tienen medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(1) o (b)(2), se debe conectar a una estructura metálica puesta a tierra eficazmente, o a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-83.

c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con 250-115.

d) Unión de los electrodos. Un puente de unión de tamaño nominal no menor que 13,3 mm^2 (6 AWG) de cobre o equivalente, debe conectar al sistema de electrodos de puesta a tierra del sistema de comunicaciones y el sistema de electrodos para puesta a tierra de energía en el edificio o estructura alimentados, cuando se usan electrodos independientes. Se permite la unión de todos los electrodos de puesta a tierra independientes.

Excepción: En casas móviles conforme con lo establecido en 820-41.

NOTA 1-Sobre el sistema de electrodos de puesta a tierra de pararrayos, véase 250-86.

NOTA 2-Si se unen todos los electrodos independientes de puesta a tierra, se limitan las diferencias de potencial entre los electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

820-41. Puesta a tierra de equipos. El equipo desenergizado y envolventes o equipo energizados mediante cable coaxial deben considerarse puestos a tierra cuando estén conectados a la pantalla metálica del cable.

820-42. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

a) Puesta a tierra. Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado al alcance de la vista y a no más de 9 m desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o no exista un medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde con 250-24 y ubicado a la vista, y a no más de 9 m de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, o puesta a tierra del protector contra sobretensiones, debe estar conforme con lo establecido en 820-40 (b)(2) y 820-40 (b)(3).

b) Unión. La terminal de puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, la terminal de puesta a tierra del dispositivo de protección contra sobretensiones o el electrodo de puesta a tierra, deben unirse a la estructura metálica o a la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor, de cobre con tamaño nominal no menor que 3,31 mm^2 (12 AWG), de acuerdo con lo indicado en cualquiera de las siguientes condiciones:

1) Cuando no exista equipo de acometida o medio de desconexión en la casa móvil como lo indicado en (a) anterior; o

2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón y clavija.

E. Cables dentro de edificios

820-49. Resistencia al fuego de cables CATV (antena comunitaria de televisión). Los cables coaxiales instalados directamente dentro de edificios deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego conforme con lo establecido en 820-50 y 820-51.

820-50. Aprobación, identificación e instalación de cables coaxiales. Los cables coaxiales en un edificio deben estar listados como adecuados para este uso y deben identificarse conforme con lo indicado en Tabla 820-50. La capacidad de tensión eléctrica nominal del cable no debe marcarse en el cable.

NOTA-Las marcas de tensión eléctrica en el cable pueden interpretarse erróneamente que los cables son adecuados para uso en circuitos Clase 1, de fuerza o de alumbrado.

Excepción 1: Si la tensión eléctrica nominal está marcada en los cables, cuando el cable tiene múltiples aprobaciones y la aprobación de algunas de las etiquetas que las requiera.

Excepción 2: El listado y la identificación no se requieren cuando el cable entre desde el exterior en un edificio y corra en un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, y este tubo (conduit) esté puesto a tierra a un electrodo acorde con 820-40 (b).

Excepción 3: El listado y la identificación no se requieren cuando la longitud de cable dentro del edificio no excede 15 m, y entra en el edificio desde el exterior y remata en una terminal de puesta a tierra.

TABLA 820-50. Identificación en cables

Identificación del cable	Tipo	Referencias
CATVP	Cable CATV para cámara plena (de aire)	820-51 (a) y 820-53 (a)
CATVR	Cable CATV para elevadores	820-51 (b) y 820-53 (b)
CATV	Cable CATV	820-51 (c) y 820-53 (c)
CATVX	Cable CATV de uso limitado	820-51 (d) y 820-53 (c) Excepciones 1, 2, 3 y 4

NOTA 1-Los tipos de cable se enumeran en orden descendente en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

NOTA 2-Véase las Secciones referidas para los requerimientos de aprobación y usos permitidos.

820-51. Requerimientos de aprobación adicionales. Los cables deben estar aprobados conforme con lo indicado en los incisos (a) hasta (d) siguientes:

a) **Tipo CATVP.** El cable para cámara plena (de aire) de antena comunitaria de televisión tipo CATVP debe estar listado como adecuado para usarse en cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios usados para aire acondicionado, y también aprobados con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos.

NOTA: Un método para definir los cables con baja producción de humo consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, véase Apéndice B1.

b) **Tipo CATVR.** El cable elevador para antena comunitaria de televisión tipo CATVR debe estar listado para uso en ductos verticales en un tiro de piso a piso, y también aprobado con características de resistencia al fuego capaz de prevenir el transporte del fuego de piso a piso.

NOTA: Un método para definir las características de resistencia al fuego capaces de evitar que las llamas se transmitan de una planta, véase Apéndice B1.

c) **Tipo CATV.** El cable para antena comunitaria de televisión tipo CATV debe estar listado para usos generales de antena comunitaria de televisión, con excepción de cámaras plenas (de aire) y ductos verticales, también listados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego, consiste en que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en el ensayo de llama con charola vertical, véase Apéndice B1.

d) **Tipo CATVX.** El cable de antena comunitaria de televisión de uso limitado tipo CATVX debe estar listado como adecuado para uso en viviendas, y, para uso en canalización, y también como resistente a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego, consiste en que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en el ensayo de llama con charola vertical, véase Apéndice B1.

820-52. Instalación de cables y equipo. Más allá del punto de puesta a tierra, definido en 820-33, la instalación de cables debe cumplir con los incisos (a) hasta (e) siguientes:

a) **Separación de otros conductores**

1) En envolventes y canalizaciones

a. **Otros circuitos de potencia limitada.** Los cables coaxiales se permiten instalar en la misma canalización o envolvente, junto con cables cubiertos en cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Los circuitos Clases 2 y 3 de control remoto, señalización y potencia limitada conforme con lo establecido en el Artículo 725.

2. Sistemas de alarma contra incendio de potencia limitada, conforme a lo establecido en el Artículo 760.

3. Circuitos de comunicaciones, conforme con lo establecido en el Artículo 800.

4. Cables de fibra óptica conductores y no conductores, conforme con lo establecido en el Artículo 770.

5. Circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia, de acuerdo con el Artículo 830.

b. Circuitos de fuerza o alumbrado, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media. El cable coaxial no debe colocarse en ninguna canalización, cajas de salida, cajas de empalmes, o en cualquier otra envolvente con conductores de circuitos de fuerza, alumbrado o Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando los conductores de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media están separados de todos los cables coaxiales por una barrera.

Excepción 2: Los conductores de circuitos de fuerza en cajas de salidas, cajas de empalmes, o accesorios similares o compartimentos, donde tales conductores se introducen solamente para alimentar al equipo de distribución del sistema de cable coaxial.

Los conductores de circuitos de fuerza, deben guiarse en la envolvente para mantener una separación mínima de 6 mm del cable coaxial.

2) otras aplicaciones. Los cables coaxiales deben estar separados al menos 50 mm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada o de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando: (1) todos los conductores de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media y circuito están en una canalización, o en cables con pantalla metálica, con revestimiento metálico o no metálico, o en cables de tipo AC o UF; o (2) todos los cables coaxiales están encerrados en una canalización.

Excepción 2: Cuando los cables coaxiales estén separados permanentemente de los conductores de fuerza o alumbrado de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media, mediante un elemento no conductor continuo y fijo firmemente, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, además del aislamiento del alambre.

b) Propagación del fuego o productos de la combustión. La instalación en huecos, ductos verticales y ductos de ventilación o de extracción de aire, debe hacerse de manera que la posible propagación del fuego y productos de la combustión no se incrementen substancialmente. Las aberturas alrededor de pasos en paredes, pisos o techos falsos resistentes al fuego, deben parar el fuego usando sistemas aprobados.

c) Equipo en espacios diferentes de los destinados al aire acondicionado. Debe aplicarse lo indicado en 300-22 (c).

d) Alambrado híbrido de energía y coaxial. Los requisitos indicados en 780-6 deben aplicarse al alambrado híbrido de energía y coaxial en circuitos cerrados y distribución programada de energía.

e) Soporte de conductores. Las canalizaciones no deben usarse como soporte para cables coaxiales.

820-53. Aplicaciones de cables CATV aprobados. Los cables CATV deben cumplir con los incisos siguientes:

a) Cámaras plenas (de aire). Los cables instalados en ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios usados para aire acondicionado deben ser tipo CATVP.

Excepción: Los cables tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados conforme se indica en 300-22.

b) Secciones verticales (ductos verticales). Los cables instalados en tramos verticales y que penetren más de un piso, o cables instalados en tramos verticales, en ductos, deben ser tipo CATVR. En las instalaciones que atraviesen pisos y que requieran cable tipo CATVR deben contener únicamente cables adecuados para secciones verticales y cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Los cables tipo CATV y CATVX confinados en canalización metálica o localizados en ductos a prueba de fuego mediante barreras contra el fuego en cada piso.

Excepción 2: Se permite instalar los cables tipo CATV y CATVX en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

NOTA-Para los requisitos de paro de fuego de las penetraciones de los pisos. Véase 820-52(b).

c) Otros alambrados dentro de edificios. Los cables instalados en lugares en edificios diferentes a los cubiertos en los incisos (a) y (b) mencionados arriba, deben ser tipo CATV.

Excepción 1: El cable tipo CATVX instalado en canalización.

Excepción 2: El cable tipo CATVX en espacios no cerrados, siempre que la longitud expuesta del cable no exceda de 3 m.

Excepción 3: Los cables tipo CATVX de diámetro menor que 9 mm, e instalados en viviendas de unifamiliares o bifamiliares.

Excepción 4: Los cables tipo CATVX de diámetro menor que 9 mm e instalados en espacios no confinados en viviendas multifamiliares.

d) Sustitución de cables. Están permitidas las sustituciones de cables de antena comunitaria de televisión indicados en la Tabla 820-53.

NOTA: Los cables sustitutos de la Tabla 820-53 son solamente cables de tipo coaxial.

TABLA 820-53. Sustitución de cable coaxial

Identificación del conductor	Uso	Referencias	Sustitución permitida
CATVP	Cable coaxial para cámara plena (de aire)	820-53(a)	CMP
CATVR	Cable coaxial para secciones verticales	820-53(b)	CATVP, CMP, CMR
CATV	Cable coaxial de propósito general	820-53(c)	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CMG, CM
CATVX	Cable coaxial uso limitado	820-53(c)	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CATV, CMG, CM
Nota: Para la jerarquía de sustitución de cables, véase la figura 820-53			

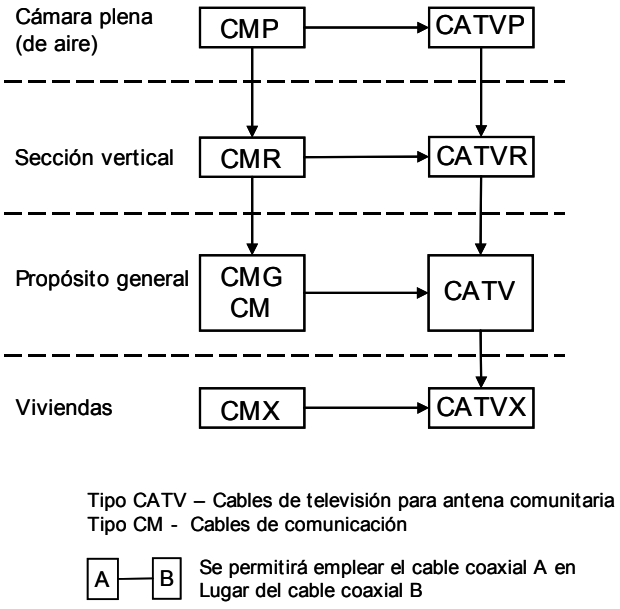


FIGURA 820-53.- Jerarquía de sustitución de cables

ARTICULO 830. SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA ALIMENTADOS POR UNA RED

A. Generalidades

830-1. Alcance. Este Artículo trata sobre los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que proporcionan cualquier combinación de servicios de voz, audio, video, datos y servicios interactivos, a través de una unidad de interfaz de red.

NOTA 1: Una configuración de un sistema básico típico incluye un cable de alimentación de fuerza y una señal de banda ancha a una unidad de interfaz de red que convierte la señal de banda ancha a las señales componentes. Los cables típicos son los cables coaxiales con ambas señales, la banda ancha y la de fuerza en el conductor central, los cables metálicos compuestos con elementos coaxiales para la señal de banda ancha y un par trenzado para alimentación, y un cable de fibra óptica compuesto con un par de conductores, para alimentación. Los sistemas más grandes pueden incluir componentes de red tales como amplificadores que necesiten de una red de alimentación de fuerza.

NOTA 2: Véase el Capítulo 10 para las instalaciones de sistemas de comunicaciones de banda ancha que no se incluyen.

830-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo se aplican las definiciones adicionales siguientes. Véase el Artículo 100.

Alambrado de los predios. Los circuitos localizados en el lado del usuario de la unidad de interfaz de red.

Circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red. Circuito que se extiende desde la terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones, hasta la Unidad de Interferencia de Red (UIR) inclusive.

NOTA: Un circuito de comunicaciones alimentado por una red, típico y para una sola familia consta de un cable aéreo de comunicaciones o de un cable de acometida de comunicaciones y una UIR, e incluye la terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones cuando no está bajo el control exclusivo de la empresa de comunicaciones.

Dispositivo de protección contra fallas. Dispositivo electrónico proyectado para la protección de las personas, que funciona bajo condiciones de falla, tales como un corto circuito en los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, o un circuito abierto, para limitar la corriente o la tensión, o ambas, de un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, y brindar protección adecuada contra choque eléctrico.

Expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o de fuerza. El circuito está en una posición tal, que en caso de falla de los soportes o del aislamiento, se puede producir un contacto con otro circuito

Cuadra: manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones encerrados, pero no las calles.

Punto de entrada: Punto dentro de un edificio, en el cual el cable emerge de una pared externa, de una losa de concreto del suelo, o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado puesto a tierra a un electrodo de acuerdo con la Sección 830-40(b).

Unidad de interfaz de red (UIR). Dispositivo que convierte una señal de banda ancha en los componentes de voz, audio, video, datos y señales de servicios interactivos. La UIR brinda aislamiento entre la alimentación de la red y los circuitos de señales de los predios. La UIR también puede contener protectores primarios y secundarios.

830-3. Lugares y otros artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir lo establecido de (a) hasta (d) siguientes:

(a) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Sección 300-21.

(b) Conductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación o de manejo de aire. Sección 300-22, cuando están instalados en ductos o cámaras plenas (de aire) u otros espacios usados para aire ambiental.

Excepción: Como se permite en la Sección 830-55(a)

(c) Instalación y uso. Sección 110-3.

(d) Circuitos de salida. Como sea apropiado para los servicios suministrados, los circuitos de salida derivados de una unidad de interfaz de red deben cumplir con los requisitos siguientes:

(1) Instalaciones de circuitos de comunicaciones: Artículo 800

(2) Instalaciones de circuitos de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión: Artículo 820

Excepción: cuando se suministre protección en la salida de una UIR se debe aplicar lo dispuesto en la Sección 830-30(b)(3).

(3) Instalaciones de cables de fibra óptica, Artículo 770.

(4) Instalaciones de circuitos de Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.

(5) Instalaciones de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Artículo 760.

830-4. Limitaciones de potencia. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben clasificar como poseedoras de fuentes de potencia media o baja, como se definen en la Tabla 830-4.

TABLA 830-4.- Limitaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red

Fuente de alimentación de la red	Bajo	Medio
Tensión del circuito, $V_{máx}$ (V) (Nota 1)	0-100	0-150
Limitación de potencia, $VA_{máx}$ (VA) (Nota 1)	250	250
Limitaciones de corriente, $I_{máx}$ (A)	1 000/Vmáx	1 000/Vmáx
Capacidad máxima de potencia (Voltamperes) (Nota 1)	100	100
Capacidad máxima de tensión (Volts)	100	150
Protección máxima contra sobre corriente (A) (Nota 2)	100/Vmáx	N/A

NOTAS:

1) La tensión del circuito, $V_{máx}$, la limitación de corriente $I_{máx}$, y la capacidad nominal de potencia $VA_{máx}$ se determinan con la impedancia de limitación de corriente en el circuito (no derivado), como sigue:

$V_{máx}$-Tensión máxima del sistema, independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada.

$I_{máx}$-Corriente máxima del sistema bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

Los límites de $I_{máx}$ se aplican después de 1 mín de operación.

$VA_{máx}$-Salida máxima en VA después de 1 mín de operación, independientemente de la carga y la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

2) No se requiere protección contra sobrecorriente cuando el dispositivo limitador de corriente brinda una limitación de corriente equivalente y el dispositivo limitador de corriente no se restablece sino hasta retirar la alimentación o carga.

830-5. Equipos y cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Los equipos y cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red deben estar aprobados como adecuados para ese propósito.

Excepción 1: Este requisito de certificación no se debe aplicar a los cables coaxiales de sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión que fueron instalados antes de enero 1 de 2000, de acuerdo con el Artículo 820, y que se usan por circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia. Véase la Sección 830-9.

Excepción 2: Los cables substitutos de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, se permiten como se presenta en la Tabla 830-58.

(a) Aprobado y marcado. La aprobación y marcado de los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red deben cumplir con (1) o (2) siguientes:

(1) Cables Tipo BMU, BM y BMR. Los cables subterráneos de potencia media para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BMU; los cables de potencia media de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BM; y los cables para secciones verticales de potencia media de

comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BMR, deben ser cables ensamblados en fábrica, y compuestos de cable coaxial cubierto, una combinación cubierta de un cable coaxial y conductores individuales múltiples, o una combinación cubierta de un cable de fibra óptica y conductores individuales múltiples. El aislamiento de los conductores individuales debe estar clasificado para 300 V como mínimo. Los cables previstos para uso exterior deben estar listados como adecuados para esa aplicación. Los cables se deben marcar de acuerdo con la Sección 310-11. Los cables del tipo BMU deben tener chaqueta y estar listados como adecuados para uso subterráneo exterior. Los cables del tipo BM deben estar listados como adecuados para uso general, con excepción de su uso en las secciones verticales y cámaras plenas (de aire), y también deben estar listados como resistentes a la propagación de fuego. Los cables del tipo BMR deben estar listados como adecuados para uso en tramos verticales en un foso o de un piso a otro, y también estar listados como poseedores de características de resistencia al fuego capaces de evitar la transmisión del fuego de un piso a otro.

NOTA 1: Un método para definir la resistencia de los cables a la propagación del fuego, consiste en que éstos no propaguen el fuego a la parte superior del soporte para cables tipo charola en la prueba de inflamabilidad con soporte para cables tipo charola vertical, Véase Apéndice B1.

NOTA 2: Un método para definir las características de resistencia al fuego capaces de evitar la transmisión del fuego de un piso a otro, véase Apéndice B1.

(2) Cables Tipo BLU, BLX y BLP. Los cables subterráneos de baja potencia para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BLU; y los cables de baja potencia para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de uso limitado, tipo BLX; los cables para cámaras de distribución de aire de baja potencia para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BLP, deben ser ensamblados en fábrica y deben estar compuestos de un cable coaxial con cubierta, una combinación de cable coaxial y conductores individuales múltiples, con cubierta, o una combinación de un cable de fibra óptica y conductores individuales múltiples, también con cubierta. El aislamiento de los conductores individuales debe estar clasificado para 300 V como mínimo. Los cables previstos para uso exterior deben estar listados como adecuados para esa aplicación. Los cables deben ir marcados de acuerdo con la Sección 310-11. Los cables tipo BLU deben tener cubierta y estar listados para uso subterráneo exterior.

Los cables de uso limitado tipo BLX deben estar listados para uso exterior, para uso en viviendas y en canalizaciones, y también aprobados como retardantes de la flama.

Los cables tipo BLP deben estar listados para uso en conductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación (aire ambiental); además, deben estar listados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja emisión de humo.

NOTA 1: Un método para determinar que el cable es retardante de la llama consiste en aplicar el ensayo de llama VW-1 (alambre vertical), véase Apéndice B1.

NOTA 2: Un método para definir los cables con baja emisión de humo consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, véase Apéndice B2.

830-6. Acceso a equipos eléctricos detrás de paneles destinados a permitir el acceso. La acumulación de cables y alambres no debe impedir el acceso a los equipos, de manera que no se puedan retirar los paneles, incluso los de los techos falsos.

830-7. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos y equipos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables se deben apoyar en la estructura del edificio, de modo que no sufran daño durante el uso normal de ésta.

NOTA: Para mayor información sobre alambrado en edificios de telecomunicaciones, véase Apéndice B2.

830-8. Areas peligrosas (clasificadas). Los circuitos y equipos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, instalados en un área peligrosa (clasificada) de acuerdo con el Artículo 500, deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

B. Cables exteriores y que entran a las edificaciones

830-9. Cables de entrada. Los cables instalados en el exterior deben estar listados como adecuados para esa aplicación. Además, los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, localizados fuera de las edificaciones y que entran a éstas, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

(a) Circuitos de potencia media. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media, localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando

cables para comunicaciones de banda ancha de potencia media alimentados por una red, Tipo BMU, BM o BMR.

(b) Circuitos de potencia baja. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia localizados fuera de las edificaciones y que entran a éstas, se deben instalar utilizando cables para comunicaciones de banda ancha de baja potencia alimentados por una red, Tipo BLU o BLX. Se permite sustituir los cables de la forma presentada en la Tabla 830-58.

Excepción: Los cables coaxiales para sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión a la intemperie, instalados antes de enero 1 del 2000 e instalados de acuerdo con el Artículo 820, se permiten para circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia.

830-10. Cables aéreos. Los cables aéreos para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, deben cumplir con lo establecido de (a) a (g).

(a) En postes. Los cables para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, instalados en postes, cuando sea práctico, se deben ubicar debajo de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada y no se deben sujetar a crucetas que porten conductores de alumbrado o fuerza.

(b) Espacio vertical. El espacio vertical a lo largo de los cables para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red debe cumplir los requisitos de la Sección 225- 14(d)

(c) Distancia de seguridad de los conductores de entrada. Los cables, para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, de entrada de antena o bajantes aéreos desde un poste u otro soporte, incluido el punto de unión inicial a un edificio o estructura, se deben mantener alejados de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, para evitar cualquier posibilidad de contacto accidental.

Excepción: Cuando no se pueda evitar la proximidad a conductores de acometida de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, la instalación debe ser tal, que deje una distancia de seguridad no inferior a 305 mm de las acometidas aéreas de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada.

(d) Distancia de seguridad del suelo. Los tramos aéreos de los cables para comunicación de banda ancha deben cumplir mínimo con lo siguiente: 3 m-sobre el suelo terminado, aceras o desde cualquier plataforma o proyección desde la cual se puedan alcanzar y sean accesibles a peatones solamente.

4 m-sobre propiedades residenciales y sus accesos vehiculares, y las áreas comerciales no expuestas a tráfico de camiones.

5 m-sobre vías públicas, callejones, caminos, áreas de parqueo sujetas a tráfico de camiones, accesos vehiculares en propiedades no residenciales, y otros terrenos atravesados por vehículos, por ejemplo, tierras cultivadas, zonas de pastoreo, bosques y huertos.

NOTA: Para mayor información sobre estas distancias de seguridad, véase Apéndice B2. La tabla 232-1 que presenta las distancias de seguridad para alambres, conductores y cables sobre el suelo y carreteras, en vez de usar las distancias de seguridad referenciadas en la Sección 225-18 ya que los Artículos 800 y 820 no tienen requisitos sobre distancias de seguridad,

(e) Sobre albercas. La distancia de seguridad de los cables para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, en cualquier dirección desde el nivel del agua, el borde de la alberca, la base del trampolín o plataforma de salto no debe ser menor que 6,5 m. La distancia de seguridad en cualquier dirección al trampolín o torre de lanzamiento no debe ser menor que 4 m.

Excepción 1: Cuando la alberca está completamente encerrada por una estructura permanente sólida o una malla.

NOTA: Para mayor información sobre estas distancias de seguridad, véase Apéndice B2.

Excepción 2: Cuando los cables están localizados a más de 3 m horizontalmente de:

(1) El borde de la alberca.

(2) La estructura (trampolín) o torre de lanzamiento, o

(3) Los puestos, torres o plataformas de observación.

(f) Sobre las azoteas. Los cables para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red deben tener una distancia de seguridad vertical no menor que 2,5 m de todos los puntos de los tejados sobre los que pueda pasar.

Excepción 1: Edificaciones auxiliares tales como garajes y similares.

Excepción 2: Se permite reducir la anterior distancia de seguridad a no menos de 457 mm solamente en la parte que sobresalga del tejado, si: (1) máximo 1,20 m de los cables aéreos de comunicaciones de banda ancha pasan sobre la parte saliente de la azotea; y (2) terminan en una canalización o soporte a través de la azotea.

Excepción 3: Cuando la azotea tiene una pendiente no menor que 102 mm por cada 305 mm, se permite reducir la distancia de seguridad a una mínima de 914 mm.

(g) Tramos finales. Se permite sujetar los tramos finales de los cables, para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, sin cubierta externa, al edificio, pero se deben mantener a no menos de 914 mm de las ventanas previstas para ser abiertas, puertas, porches, balcones, escaleras, salidas de emergencia o lugares similares.

Excepción: Se permite que los conductores que pasan sobre el nivel superior de una ventana estén a menos de 914 mm, como se indica en (g).

No se deben instalar cables aéreos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red debajo de aberturas a través de las cuales se puedan mover materiales, tales como las aberturas en edificaciones agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a estas aberturas.

(h) Entre edificios. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que se extienden entre edificios, y también los soportes o accesorios de sujeción deben ser aceptables para ese propósito y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que se puedan llegar a someter.

Excepción: Cuando un cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red no posea resistencia suficiente para ser autosoportado, se debe fijar a un cable mensajero de soporte que, junto con los accesorios de sujeción o soportes, deben ser aceptables para el propósito y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que se pueden llegar a someter.

(i) En edificios. Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red estén sujetos a edificios, se deben fijar firmemente de manera que queden separados de los demás conductores, como sigue:

1) Alumbrado o fuerza. El cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red debe tener una separación mínima de 102 mm de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no van en canalizaciones o en cables o debe estar separado permanentemente de los conductores del otro sistema por un material no conductor continuo y fijo firmemente, adicional al aislamiento de los alambres.

2) Otros sistemas de comunicación. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben instalar de manera que no haya interferencia innecesaria en el mantenimiento de los sistemas independientes. Los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, en ningún caso deben causar abrasión a los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de cualquier otro sistema.

3) Conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Cuando sea factible, se debe mantener una separación de al menos 1,80 m entre cualquier cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

4) Protección contra daños. Los cables de comunicaciones de banda ancha, alimentados por una red, sujetos a los edificios y localizados a una distancia no mayor que 2,5 m del suelo terminado, se deben proteger mediante encerramientos, canalizaciones u otros medios aprobados.

Excepción: Un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, equipado con un sistema de protección contra fallas listado, apropiado para el cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por red usado y localizado en el lado de la red de dicho cable de comunicaciones que se está protegiendo.

830-11. Circuitos subterráneos que entran en edificaciones

(a) Sistemas subterráneos. Los cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que van en un conducto, pedestal, registro o pozo de inspección que contiene conductores de circuito de alumbrado, de fuerza, de alarmas contra incendios de potencia no limitada o de Clase 1, deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por una barrera adecuada.

(b) Cables y canalizaciones enterrados directamente

Los cables de comunicaciones de banda ancha enterrados directamente, deben estar separados al menos 305 mm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarmas contra incendios de potencia no limitada o de Clase 1.

Excepción 1: Cuando los conductores de acometida eléctrica o cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red estén instalados en canalizaciones o tengan forro metálico en el cable.

Excepción 2: Cuando los conductores de alimentadores o circuitos derivados de alumbrado o de fuerza, o los conductores de circuitos de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o conductores de un circuito Clase 1 están instalados en una canalización o en cables con forro metálico, pantalla metálica o en cables tipo UF o tipo USE; o los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que poseen una pantalla metálica o están instalados en una canalización.

(c) Protección mecánica. La instalación de cables, tubos (conduit) u otras canalizaciones enterradas directamente deben cumplir los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 830-11. Además, los cables enterrados directamente que salgan de la tierra, se deben proteger mediante encerramientos, canalizaciones, u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-11, bajo el suelo hasta un punto ubicado al menos de 2,44 m sobre el suelo terminado. En ningún caso se requiere que la protección exceda de 457 mm por debajo del suelo terminado.

Los cables Tipo BMU y BLU, enterrados directamente y que salgan del suelo, deben estar instalados en tubo (conduit) metálico tipo pesado y semipesado, tubo (conduit) no metálico rígido u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-11, por debajo del suelo hasta el punto de entrada.

Excepción: Un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, equipado con un dispositivo aprobado de protección contra fallas, apropiado para el cable, de comunicaciones de banda ancha alimentado por red, usado y localizado en el lado de la red de dicho cable de comunicaciones que se está protegiendo.

(d) Albercas. No se permiten cables subterráneos bajo la alberca o dentro de un área de 1,5 m que se extiende horizontalmente desde la pared interior de la alberca.

Excepción: En donde las limitaciones de espacio impidan instalar los cables a 1,52 m o más de la alberca, este alambrado se permite si va instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado o un sistema de canalización no metálica. Todos los tubo (conduit) metálicos deben ser resistentes a la corrosión y adecuados para el lugar. La profundidad de enterramiento mínima debe ser como sigue:

Método de alambrado	Enterramiento mínimo cm
Tubo (conduit) metálico tipo pesado	15
Tubo (conduit) metálico tipo semipesado	15
Canalizaciones no metálicas aprobadas para enterrarse directamente	46
Otras canalizaciones aprobadas	46
NOTA: Las canalizaciones aprobadas para enterramiento, requieren un encerramiento de concreto no menor que 5 cm de espesor, sólo cuando estén embebidas en concreto.	

TABLA 830-11.- Requisitos de profundidad mínima de los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, enterramiento (profundidad es la menor distancia medida entre un punto en la superficie superior de cualquier cable, tubo (conduit) u otra canalización enterrada directamente, y la superficie superior del piso terminado, concreto o recubrimiento similar)

Ubicación del circuito o método de alambrado	Conductores enterrados directamente cm	Tubo (conduit) metálico tipo pesado o tipo semipesado cm	Canalizaciones no metálicas listadas para enterramiento directo; sin encerramiento de concreto u otra canalización aprobada cm

Todos los lugares no especificados a continuación	46	15	30
En zanjas por debajo de concreto de 5 cm de espesor o equivalente	30	15	15
Bajo una edificación (en canalizaciones solamente)	0	0	0
Bajo una baldosa exterior de concreto de 10 cm de espesor como mínimo, sin tráfico vehicular y que se extiende a no menos de 15 cm más allá de la instalación subterránea	30	10	10
Vías de entrada de las viviendas unifamiliares o bifamiliares y áreas exteriores de parqueo, usadas solamente para propósitos relacionados con las viviendas	30	30	30

NOTAS:

1. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento solamente embebidas en concreto requieren una envoltura de concreto de espesor no inferior a 5 cm.

2. Se permite profundidades inferiores donde los cables suben hasta las terminaciones o empalmes, o cuando de otra manera se exige el acceso a ellas.

3. Cuando se encuentra roca sólida, todo el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica permitida para enterramiento directo. Las canalizaciones se deben recubrir con un mínimo de 5 cm de concreto que se extienda hasta la roca.

4. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia, que usan cables coaxiales de sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión, de enterramiento directo, instalados en el exterior y que entran en los edificios e instalados de acuerdo con el Artículo 820, se permiten cuando estén enterrados a una profundidad mínima de 30 cm.

C. Protección

830-30. Protección eléctrica primaria

(a) Aplicación. Se debe suministrar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que van parcial o totalmente en cable aéreo no confinado dentro de una cuadra.

Además, se debe brindar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, subterráneos o aéreos, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que están localizados dentro de la cuadra que contiene el edificio alimentada, de modo que están expuestos a descargas atmosféricas o contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza que operan a más de 300 V a tierra.

Excepción: Cuando se suministra protección eléctrica en el(los) circuito(s) derivado(s) (del lado de la salida del UIR), de acuerdo con la Sección 830-30(b)(3).

NOTA 1: En conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, no expuestos a descargas atmosféricas o a contacto accidental con conductores de fuerza, el suministro de protección eléctrica primaria de acuerdo con este Artículo, ayuda a proteger contra otros peligros, tales como la elevación del potencial a tierra causada por corrientes de falla de la alimentación, y tensiones por encima de las normales inducidas por corrientes de falla en los circuitos de fuerza cercanos a los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por red.

NOTA 2: Se considera que los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red están expuestos a descargas atmosféricas, a menos que existan una o más de las condiciones siguientes:

(1) Circuitos en áreas metropolitanas grandes en las que los edificios están cerca unos de otros y tienen altura suficiente para interceptar las descargas atmosféricas.

(2) Tramos de cable de 43 m o menos entre edificaciones, enterrados directamente o en un tubo (conduit) subterráneo, en donde la pantalla metálica de cable continuo o un tubo (conduit) metálico continuo que contiene el cable, está unido a cada sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio.

(3) Areas con un promedio de 5 o menos días de tormenta por año, y una resistividad de la tierra menor que 100 Ω-m.

(1) Protectores primarios sin fusibles. Se permiten protectores primarios de tipo sin fusible en donde las corrientes de falla de la alimentación en todos los conductores protegidos en el cable están limitadas con seguridad a un valor no superior a la capacidad de porte de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

(2) Protectores primarios con fusible. Cuando no se cumplen los requisitos enumerados en (1), se deben usar protectores primarios de tipo con fusible. Estos protectores deben consistir en un descargador de sobretensiones conectado entre cada conductor que se va a proteger y la tierra, y un fusible en serie con cada conductor que se va a proteger y, un arreglo apropiado de montaje. Los terminales de los protectores primarios con fusible deben estar marcados indicando línea, instrumento y tierra, según sea aplicable.

(b) Ubicación. La ubicación del protector primario, cuando se requiera, debe cumplir con (1), (2) o (3) siguientes:

(1) Se debe aplicar un protector primario listado en cada cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, externo a y en el lado de la red de la unidad de interfaz de red (UIR).

(2) La función de protección primaria debe ser parte integral de la unidad de interfaz de red y debe estar contenida en ella. La unidad de interfaz de red debe estar listada para este propósito y debe tener una marca externa que indique que contiene protección eléctrica primaria.

(3) El (los) protector(es) primario(s) se debe(n) proporcionar en el (los) circuito(s) derivado(s) (lado de salida de la UIR), y la combinación del UIR, y el (los) protector(es) debe(n) estar aprobado(s) para este propósito.

Un protector primario, ya sea integral o externo a la unidad de interfaz de red, debe estar localizado lo más cerca posible del punto de entrada. Para los propósitos de esta Sección, una unidad de interfaz de red y cualquier protector primario suministrado externamente, colocado en el equipo de acometida de las casas móviles, a la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9 m de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesto a tierra de acuerdo con la Sección 250-32 y ubicado a la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9 m de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta Sección.

NOTA: La selección de la ubicación de una unidad de interfaz de red y del protector primario para obtener el conductor de puesta a tierra del protector primario lo más corto posible, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones y otros sistemas metálicos.

(c) Areas peligrosas (clasificadas). El protector primario o equipo que brinda la función de protección primaria no se debe localizar en ningún área peligrosa (clasificada), como se define en el Artículo 500 o en la proximidad de material fácilmente inflamable.

Excepción: Lo permitido en las secciones 501-14, 502-14 y 503-12.

830-33. Puesta a tierra o interrupción de partes metálicas de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Las pantallas metálicas de los cables de comunicaciones de banda ancha usados para comunicaciones o alimentación, deben ser puestas a tierra en el edificio lo más cerca posible del punto de entrada. Las partes metálicas de los cables no usadas para comunicaciones o para alimentación deben estar puestas a tierra o se deben interrumpir mediante una junta aislante o dispositivo equivalente ubicado lo más cerca posible del punto de entrada.

Para los propósitos de esta Sección, la puesta a tierra o interrupción de las partes metálicas de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, instaladas en el equipo de acometida de las casas móviles, a la vista desde la pared exterior de la casa móvil, que alimenta y a no más de 9 m de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesta a tierra de acuerdo con la Sección 250-23 y ubicado a la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9 m de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta Sección.

NOTA: La selección de un lugar de puesta a tierra para obtener el conductor de puesta a tierra más corto posible, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, y otros sistemas metálicos.

D. Método de puesta a tierra

830-40. Puesta a tierra de cables, unidades de interfaz de red y protectores primarios. Las unidades de interfase de red que contienen protectores, los UIR con encerramientos metálicos, los protectores primarios

y las partes metálicas puestas a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, deben estar puestos a tierra como se especifica de (a) hasta (d) siguientes.

(a) Conductor de puesta a tierra

(1) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y debe estar listado como adecuado para este propósito.

(2) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, cableado o sólido.

(3) Tamaño nominal. El conductor de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal menor que 2,08 mm^2 (14 AWG) y debe tener una capacidad de conducción de corriente aproximadamente igual que la de las partes metálicas puestas a tierra y el (los) conductor(es) protegido(s) del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red. No se requiere que el conductor de puesta a tierra sea mayor que 13,3 mm^2 (6 AWG).

(4) Tendido en línea recta. El conductor de puesta a tierra debe tenderse hacia el electrodo de puesta a tierra en línea recta tanto como sea posible.

(5) Protección física. Cuando está expuesto a daño físico, el conductor de puesta a tierra debe protegerse adecuadamente. Cuando el conductor de puesta a tierra va tendido en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización se deben unir al conductor de puesta a tierra o a la misma terminal o electrodo, al cual está conectado el conductor de puesta a tierra.

(b) Electrodo. El electrodo de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

1. Al lugar accesible más cercano en:

a. El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, como se trata en la Sección 250-81.

b. El sistema interior de tubería metálica de agua puesto a tierra, como se trata en la Sección 250-80(a).

c. Los medios accesibles externos a la envolvente de la acometida conforme con lo establecido en 250-71(b)

d. La canalización metálica de acometida de alimentación.

e. A la envolvente de los equipos de la acometida.

f. El conductor de puesta a tierra del electrodo o el encerramiento metálico del conductor de puesta a tierra del electrodo, o

g. El conductor de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que esté puesta a tierra a un electrodo, como se indica en la Sección 250-24.

Para los propósitos de esta Sección, se deben considerar accesibles los equipos de la acometida de casas móviles o su medio de desconexión, como se describen en la Sección 830-33.

(2) Si el edificio o estructura alimentados no tienen medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en la Sección 250-81, o

(3) Si el edificio o estructura alimentada no tiene los medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(1) o (b)(2), se debe conectar a una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o a una varilla o tubería de puesta a tierra de longitud no menor que 1,50 m y de 13 mm de diámetro, conducida, siempre que sea posible, a una parte de la tierra que esté húmeda permanentemente y separada de los conductores de los dispositivos de protección contra descargas atmosféricas, como se indica en la Sección 800-13 y a un mínimo de 1,80 m de los electrodos de otros sistemas. Ni las tuberías de vapor o de agua caliente, ni los conductores de las varillas del dispositivo de protección contra descargas atmosféricas se deben utilizar como electrodos para los protectores, UIR con protección integral, partes metálicas puestas a tierra, UIR con encerramientos metálicos y otros equipos.

(c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en la Sección 250-115. Los conectores, las abrazaderas, los herrajes utilizados para asegurar los conductores de puesta a tierra y los puentes de unión a los electrodos de puesta a tierra o a cualquier otro elemento de puesta a tierra que esté embebido en concreto o enterrado en el suelo, deben ser adecuados para su aplicación.

(d) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de tamaño nominal no menor que 13,3 mm^2 (6 AWG) de cobre o equivalente, entre el sistema de electrodos de puesta a tierra del sistema de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y el sistema de electrodos de puesta a tierra de fuerza en el edificio o estructura o alimentada, cuando se usan electrodos independientes.

Excepción: En las casas móviles, como se indica en la Sección 830-42.

NOTA 1: Sobre el sistema de electrodos de puesta a tierra de pararrayos, véase la Sección 250-86.

NOTA 2: La unión de todos los electrodos independientes, limita las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

830-42. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

(a) Puesta a tierra. Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a la vista desde y a no más de 9 m desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o no exista un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con la Sección 250-24, y ubicado a la vista y a un máximo de 9 m desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, la unidad de interfase de red y la puesta a tierra del protector primario se deben instalar de acuerdo con las secciones 830-40(b)(2) y (b)(3).

(b) Unión. La terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, la terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, si la hay, y la terminal de puesta a tierra del protector primario, deben unirse a la estructura metálica o a la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor, de cobre de tamaño nominal no inferior de 3,31 mm^2 (12 AWG). La terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, la terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, la terminal de puesta a tierra del protector primario o el electrodo de puesta a tierra, se deben unir a la carcasa de metal o terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, con un conector de cobre de unión de tamaño nominal no inferior de 3,31 mm^2 (12 AWG), en cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Cuando no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil, como se indica en (a); o

(2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón con clavija.

E. Métodos de alambrado de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, dentro de edificios

830-54. Métodos de alambrado de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media, deben instalarse dentro de los edificios utilizando cables de potencia media de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, de Tipo BM o BMR.

(a) Ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación. Se debe aplicar la Sección 300-22.

(b) Secciones verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso, o los cables instalados en tramos verticales, en ductos, deben ser de tipo BMR. En las instalaciones que atraviesan pisos y que requieran cables de tipo BMR, deben contener únicamente cables adecuados para uso en secciones verticales o cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Se permite instalar los cables de tipo BM encerrados en canalizaciones metálicas o ubicados en ductos protegidos contra incendios mediante barreras contra fuego instalados en cada piso.

Excepción 2: Se permite instalar los cables tipo BM en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

(c) Otros alambrados. Los cables instalados en lugares diferentes de los incluidos en (a) y (b) anteriores, deben ser de tipo BM.

Excepción: El cable del tipo BMU, cuando el cable entra en el edificio desde el exterior y va tendido en tubo (conduit) metálico tipo pesado y semipesado y estos tubos (conduit) están puestos a tierra a un electrodo de acuerdo con la Sección 830-40(b).

830-55. Métodos de alambrado de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia se deben instalar dentro de los edificios usando cables listados de baja potencia para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, de Tipos BLX o BLP.

(a) Conductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación. Los cables instalados en ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios usados para ventilación deben ser de tipo BLP.

Excepción: Los cables tipo BLX instalados de conformidad con la Sección 300-22.

(b) Sección vertical. Los cables instalados en tramos verticales, y que penetran más de un piso, o los cables instalados en tramos verticales en un ducto, deben ser de tipos BLP o BMR. En las instalaciones que atraviesen pisos y que requieren cables del tipo BMR deben contener solamente cables adecuados para secciones verticales o cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Los cables de tipo BLX encerrados en canalizaciones metálicas o ubicados en ductos protegidos prueba de fuego mediante barreras contra el fuego en cada piso.

Excepción 2: Los cables tipo BLX menores de 9,5 mm de diámetro en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

(c) Otros alambrados. Los cables instalados en lugares diferentes de los incluidos en (a) y (b), deben ser de tipo BLP o BM.

Excepción 1: Cable tipo BLX encerrado en canalizaciones.

Excepción 2: Los cables Tipo BLU, cuando el cable entra en el edificio desde el exterior y va tendido en tubo (conduit) metálico tipo pesado y semipesado y tales tubos (conduit) están puestos a tierra a un electrodo de acuerdo con la Sección 830-40(b).

Excepción 3: Los cables de tipo BLX de menos de 9,5 mm de diámetro en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

Excepción 4: Los cables de Tipo BLX, cuando la longitud del cable dentro del edificio no excede los 15 m y el cable entra en el edificio desde el exterior y termina en un bloque de puesta a tierra o un lugar con protección primaria.

NOTA: Esta excepción limita la longitud del cable tipo BLX a 15 m, mientras que la Sección 830-30(b) exige que el protector primario o UIR con protección integral, esté localizado lo más cerca posible del punto en el cual el cable entra en el edificio. Por tanto, en instalaciones que requieren un protector primario o UIR con protección integral, no se permite extender el cable tipo BLX a más de 15 m dentro del edificio, si es factible colocar el protector primario a manos de 15 m del punto de entrada.

830-56. Protección contra daño físico. Se debe aplicar la Sección 300-4.

830-57. Curvas. Las curvas en los cables de banda ancha de una red se deben hacer de manera que no se dañe el cable.

830-58. Instalación de cables y de equipos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Las instalaciones de cables y equipos dentro de los edificios deben cumplir con (a) hasta (e) siguientes, según sea aplicable.

(a) Separación de conductores

(1) En canalizaciones y en encerramientos

a. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media y baja. Se permite que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media y baja estén en la misma canalización o encerramiento.

b. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia. Se permite que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia estén en el mismo encerramiento o canalización con cables con pantalla de cualquiera de los circuitos siguientes:

1. Circuitos de Clase 2 y de Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725.

2. Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 760.

3. Circuitos de comunicaciones, de acuerdo con el Artículo 800.

4. Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con el Artículo 770.

5. Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión, de acuerdo con el Artículo 820.

c. **Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media.** Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por red de potencia media no se permiten en la misma canalización o encerramiento con conductores de cualquiera de los circuitos siguientes:

1. Circuitos de Clase 2 y de Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725.

2. Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 760.

3. Circuitos de comunicaciones, de acuerdo con el Artículo 800.

4. Cables de fibra óptica conductores y no conductores de acuerdo con el Artículo 770.

5. Sistemas de distribución antenas comunales de radio y televisión, de acuerdo con el Artículo 820.

d. Circuitos de alumbrado, de fuerza, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, de Clase 1. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red no se deben colocar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida, caja de empalme o herrajes similares, con conductores de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, o de alarmas contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada estén separados de todos los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, mediante una barrera.

Excepción 2: Los conductores de circuitos de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme herrajes o compartimientos similares, en donde estos conductores tienen como fin únicamente alimentar equipos de distribución de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben encaminar dentro del encerramiento manteniendo una separación mínima 6 mm de los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red.

(2) Otras aplicaciones. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red deben estar separados 50 mm como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando: (1) todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada están en una canalización o en cables con pantalla metálica, revestimiento metálico, forro no metálico, cables Tipo AC o UF; o (2) todos los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red están dentro de una canalización.

Excepción 2: Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red están separados permanentemente de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 y de alarmas contra incendios de potencia no limitada mediante un material no conductor, continuo y fijo firmemente, tales como tubos de porcelana o tubería flexible, además del aislamiento sobre el alambre.

(b) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones en espacios huecos, ductos verticales y de ventilación o extracción del aire, se deben hacer de modo que no aumente sustancialmente la posible propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas al rededor de penetraciones de paredes, tabiques, pisos o techos falsos resistentes al fuego deben usar cortafuegos con métodos aprobados.

(c) Equipos en otros espacios usados para ventilación. Se debe aplicar lo establecido en la Sección 300-22(c).

(d) Soportes de los conductores. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red no se deben sujetar con grapas, cinta, ni asegurarlos por otros medios al exterior de cualquier tubo (conduit) o canalización como un medio de soporte.

(e) Sustituciones de cables. Se permiten las sustituciones de cables de banda ancha alimentados por una red, resumidos en la Tabla 830-58. Todos los cables de la Tabla 830-58, diferentes de los cables de banda ancha alimentados por una red, deben ser cables coaxiales.

TABLA 830-58.- Sustituciones de cables

Tipo de cable	Sustituciones de cables permitidas
BM	BMR
BLP	MPP, CMP, CL3P
BLX	MPP, CMP, CL3P, MPR, CMR, CL3R, MPG, MP, CMG, CM, CL3, CMX, CL3X, BMR, BM, BLP

NOTA: Los cables sustitutos multiuso de comunicaciones y Clase 3 de la Tabla 830-58, deben ser cables tipo coaxial

4.9 INSTALACIONES DESTINADAS AL SERVICIO PUBLICO

CAPITULO 9

ARTICULO 920-DISPOSICIONES GENERALES

920-1 Objetivo y campo de aplicación. El objetivo de este Capítulo es establecer las disposiciones para salvaguardar a las personas y sus propiedades de los riesgos originados por las líneas y subestaciones eléctricas, líneas de comunicación y su equipo asociado, durante su instalación, operación y mantenimiento. Los requisitos aquí establecidos se consideran como los mínimos necesarios para la seguridad y salud del público y de los trabajadores, la preservación del ambiente y el uso racional de la energía.

Se aplica a las líneas eléctricas de suministro público, subestaciones eléctricas, transportes eléctricos, alumbrado público y otras líneas eléctricas y de comunicación ubicadas en la vía pública, así como a instalaciones similares propiedad de los usuarios, para fines de este capítulo y cuando así se especifique en éste. Al establecer estos requisitos se ha considerado, en principio, que dichas líneas deben estar operadas y mantenidas por personas calificadas.

920-2. Definiciones

Empalme: Unión destinada a asegurar la continuidad eléctrica entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

Línea de suministro eléctrico: Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización en general de la energía eléctrica.

Tensión eléctrica de aguante de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión eléctrica a 60 Hz que bajo condiciones normalizadas puede aplicarse sin causar flameo o perforación del aislador.

Tensión eléctrica de flameo de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión eléctrica a 60 Hz que bajo condiciones normalizadas causa flameo sostenido a través del medio circundante.

ARTICULO 921-PUESTA A TIERRA

A. Disposiciones generales

921-1. Disposiciones generales. El objeto de este Artículo es proporcionar métodos prácticos de puesta a tierra, como uno de los medios de salvaguardar al público y a los operarios del daño que pudiera causar el potencial eléctrico en las líneas de servicio público de energía eléctrica. Este Artículo se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación; los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deben estar conectados a tierra, se encuentran en otras secciones de esta norma.

Para mayor detalle sobre puesta a tierra, véase Artículo 250.

921-2. Definiciones

Electrodo: cuerpo metálico conductor o conjunto de cuerpos conductores agrupados, en contacto último con el suelo y destinados a establecer una conexión con el mismo.

Guarda: elemento protector contra contacto a un conductor eléctrico.

921-3. Medición de la resistencia del sistema de tierra. La medición de la resistencia del sistema de tierra, debe efectuarse desconectando el electrodo, del neutro del sistema.

921-4. Puesta a tierra durante reparaciones. El equipo o los conductores que operen a más de 110 V entre fases y que se deban reparar cuando se desconecten de su fuente de abastecimiento, deben conectarse a tierra, antes y durante la reparación.

921-5. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de c.c.

a) Hasta de 750 V En sistemas de c.c. hasta de 750 V, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse sólo en la fuente de alimentación. Para sistemas de tres hilos, esta conexión debe hacerse al neutro.

b) Más de 750 V En sistemas de c.c. de más de 750 V, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse tanto en la fuente de alimentación como en los centros de carga. Esta conexión debe hacerse al neutro del sistema.

921-6. Corriente eléctrica en el conductor de puesta a tierra. Los puntos de conexión de puesta a tierra deben estar ubicados en tal forma que, bajo condiciones normales, no haya un flujo de corriente eléctrica inconveniente en el conductor de puesta a tierra. Si se tiene un flujo de corriente eléctrica en un conductor de puesta a tierra, se debe tomar una o más de las siguientes medidas para localizar el portador de flujo:

a) Eliminar una o más de las conexiones de puesta a tierra.

b) Cambiar la localización de las conexiones de puesta a tierra.

c) Interrumpir la continuidad del conductor entre las conexiones de puesta a tierra.

d) Otras medidas efectivas para limitar la corriente eléctrica, de acuerdo con un estudio confiable.

La conexión de puesta a tierra en el transformador de alimentación, no debe removerse. Las corrientes eléctricas instantáneas que se presentan bajo condiciones anormales, mientras los conductores de puesta a tierra están desempeñando sus funciones de protección, no se consideran como inconvenientes para estos casos.

El conductor debe tener capacidad para conducir la corriente eléctrica de falla, durante el tiempo que dure la falla sin sobrecarga térmica o sin sobretensiones peligrosas. Véase 921-10.

921-7. Material de los conductores de puesta a tierra. El material de los conductores de puesta a tierra debe garantizar la adecuada conducción de corrientes a tierra, preferentemente sin empalmes. Si los empalmes son inevitables, deben ser resistentes mecánicamente y a la corrosión, y estar hechos y mantenidos de tal modo que no se incremente la resistencia del conductor. Para apartarrayos, el conductor de puesta a tierra debe ser tan corto y exento de curvas cerradas (ángulos menores a 90º) como sea posible.

La estructura metálica de un edificio o construcción, puede servir como conductor de puesta a tierra y como un aceptable electrodo de tierra, si cumple con lo indicado en 921-25.

921-8. Desconexión del conductor de puesta a tierra. En ningún caso debe insertarse un dispositivo de desconexión en el conductor de puesta a tierra.

Excepción: Se permite la desconexión temporal del conductor de puesta a tierra para propósitos de prueba, hecha bajo supervisión de personal calificado.

921-9. Medios de conexión. La conexión del conductor de puesta a tierra y los diferentes elementos a que está unido, debe hacerse por medios que igualen las características del propio conductor y que sean adecuados para la exposición ambiental. Estos medios incluyen soldaduras, conectores mecánicos o de compresión y zapatas o abrazaderas de puesta a tierra.

921-10. Capacidad de conducción de corriente y resistencia mecánica. "La capacidad de conducción de corriente de tiempo corto" de un conductor desnudo de puesta a tierra, es la corriente eléctrica que éste puede soportar durante el tiempo (establecido en el cálculo correspondiente durante el cual se tiene circulación de corriente), sin fundirse o cambiar su estado, y para un conductor aislado es la corriente eléctrica que puede conducir, sin que se dañe el aislamiento.

a) Para sistemas conectados a tierra en un solo punto. El conductor de puesta a tierra para un sistema conectado a tierra en un solo punto, por medio de un electrodo o grupo de electrodos exclusivo para servicios individuales debe tener una "capacidad de conducción de corriente de corto tiempo" para la corriente eléctrica de falla, que pueda circular por el propio conductor durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede determinarse, la capacidad de conducción de corriente permanente del conductor de puesta a tierra debe ser igual o mayor que la corriente eléctrica a plena carga del transformador o de otra fuente de alimentación.

b) Para sistemas de c.a. con múltiples conexiones de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra para un sistema de c.a. con conexiones múltiples a tierra, excluyendo las tierras en los servicios a usuarios, debe tener una capacidad continua de conducción de corriente, en cada conexión, mayor que un quinto de la capacidad de los conductores del sistema al que esté conectado. (Véase el inciso (e) de esta Sección).

c) Para apartarrayos primarios. El conductor de puesta a tierra debe tener "capacidad de conducción de corriente de tiempo corto", bajo las condiciones de corriente eléctrica causada por un disturbio. El conductor individual de puesta a tierra de un apartarrayos debe ser de tamaño nominal no menor que 13,3 mm^2 (6 AWG) de cobre, o de 21,2 mm^2 (4 AWG) de aluminio o un conductor equivalente en conductividad.

Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del apartarrayos, deben emplearse conductores flexibles adecuados.

El punto de referencia de tierra del apartarrayos se sujeta al tanque del transformador del cual parte un puente que conecta el neutro del transformador y, en su caso, una de las terminales de media tensión, junto con las cuales se conectan a tierra.

El tanque del transformador no debe utilizarse como un medio de puesta a tierra.

d) Para equipo, mensajeros y retenidas. El conductor de puesta a tierra para equipo, canalizaciones, mensajeros, retenidas, cubiertas metálicas de cables y otras cubiertas metálicas de conductores, debe tener la "capacidad de conducción de corriente de tiempo corto" para la corriente eléctrica de falla y para el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se provee protección contra sobrecorriente o falla, la capacidad de conducción de corriente del conductor de puesta a tierra debe determinarse con base en las condiciones de diseño y operación del circuito, pero no debe ser de tamaño nominal menor que 8,37 mm^2 (8 AWG) de cobre.

Cuando las cubiertas metálicas de conductores y sus uniones a las cubiertas de equipo tienen la continuidad y capacidad de corriente requeridas, se pueden usar como medio de puesta a tierra del equipo.

e) Límite de la capacidad de conducción de corriente. El límite de capacidad de corriente del conductor de puesta a tierra es el siguiente:

1) La de los conductores de fase que suministrarían la corriente eléctrica de falla a tierra.

2) La corriente eléctrica máxima que pueda circular por el conductor, hacia el electrodo a que esté conectado. Para un conductor individual de puesta a tierra, esta corriente eléctrica es aproximadamente igual que el producto de la tensión eléctrica de suministro dividida entre la resistencia del electrodo.

f) Resistencia mecánica. Todo conductor de puesta a tierra debe tener resistencia mecánica para las condiciones a que esté sometido. Además, los conductores de puesta a tierra sin protección, deben tener una resistencia a la tensión mecánica mayor o igual que la correspondiente al tamaño nominal de 8,37 mm^2 (8 AWG) de cobre.

921-11. Guardas y protección

a) Los conductores de puesta a tierra para sistemas conectados a tierra en un solo punto y aquellos conductores expuestos a daño mecánico, deben protegerse. No requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones puestas a tierra.

b) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deben protegerse por medio de guardas contra el riesgo a que estén expuestos. Las guardas deben tener un altura mínima de 2,50 m sobre el suelo o plataforma en que los conductores son accesibles al público.

c) Los conductores de puesta a tierra sin guardas expuestos a daño mecánico, deben protegerse fijándolos a la superficie del poste o estructura, colocándolos en la parte de la estructura menos expuesta.

d) Las guardas usadas para conductores de puesta a tierra de equipo de protección contra descargas atmosféricas, deben ser de material no magnético si envuelven completamente al conductor o si no están unidas en ambos extremos al propio conductor de puesta a tierra.

921-12. Separación de conductores de puesta a tierra

a) Los conductores de puesta a tierra para equipo y circuitos de las clases indicadas a continuación, deben correr separadamente hasta sus propios electrodos. Excepto como lo permite el inciso (b) siguiente.

1) Apartarrayos de circuitos de más de 600 V y armazones de equipo que opere a más de 600 V.

2) Circuitos de alumbrado y fuerza hasta 600 V.

3) Puntas de pararrayos (protección contra descargas atmosféricas), a menos que estén conectadas a una estructura metálica puesta a tierra.

Como alternativa, los conductores de puesta a tierra pueden correr separadamente hasta una barra colectora de tierra o un cable de puesta a tierra del sistema, que esté conectado a tierra en varios lugares.

b) Los circuitos primario y secundario que utilicen un conductor neutro común, deben tener cuando menos una conexión de puesta a tierra por cada 400 m de línea, sin incluir las conexiones de puesta a tierra en los servicios de usuarios.

c) Cuando se usen electrodos independientes para sistemas independientes, deben emplearse conductores de puesta a tierra separados. Si se usan electrodos múltiples para reducir la resistencia a tierra, éstos pueden unirse entre sí y conectarse a un solo conductor de puesta a tierra.

d) Los electrodos artificiales para apartarrayos de sistemas eléctricos no conectados a tierra, que operen a tensiones eléctricas superiores a 15 kV entre fases, se recomienda que estén separados 6 m mínimo de los cables de comunicación subterráneos.

921-13. Electrodos de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe ser permanente y adecuado para el sistema eléctrico de que se trate. Un electrodo común (o sistema de electrodos) debe emplearse para conectar a tierra el sistema eléctrico y las envolventes metálicas de conductores y al equipo servido por el mismo sistema. El electrodo de tierra debe ser alguno de los especificados en 921-14 y 921-22.

921-14. Electrodos existentes. Para efectos de esta Sección, se entiende por "electrodos existentes" aquellos elementos metálicos instalados para otros fines diferentes al de puesta a tierra.

a) Sistemas de tubería metálica para agua. Los sistemas subterráneos de tubería metálica para agua fría, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra.

NOTA: Estos sistemas normalmente tienen muy baja resistencia a tierra. Se recomienda su uso cuando estén fácilmente accesibles.

Las tuberías de agua con uniones aislantes no son adecuadas para usarse como electrodos de puesta a tierra.

b) Sistemas locales de tuberías de agua. Las tuberías metálicas enterradas, conectadas a pozos y que tengan baja resistencia a tierra, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra.

c) Varillas de refuerzo de acero en cimientos o bases de concreto. El sistema de varillas de refuerzo de un cimiento o base de concreto, que no esté aislado del contacto directo con la tierra y se extienda cuando menos 1 m abajo del nivel del terreno, constituye un efectivo y aceptable electrodo de puesta a tierra.

Cuando la estructura de acero (como columna, torre, poste) soportada sobre dicho cimiento o base, se use como un conductor de puesta a tierra, debe ser conectada a las varillas de refuerzo por medio de la unión de éstas con los tornillos de anclaje, o por medio de cable que una directamente a las varillas de refuerzo con la estructura arriba del concreto.

Los amarres de acero comúnmente usados, se considera que proveen una adecuada unión entre las varillas del armado de refuerzo.

NOTA: Cuando las varillas de refuerzo no están conectadas adecuadamente a una estructura arriba del concreto, y ésta queda sometida a corrientes eléctricas de descarga a tierra (aun conectada a otro electrodo que no sean las varillas), hay posibilidad de daño al concreto interpuesto, debido a la corriente eléctrica que busca camino hacia tierra a través del concreto, que es mal conductor.

921-15. Medios de conexión a electrodos. Hasta donde sea posible, las interconexiones a los electrodos deben ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deben proveer la adecuada sujeción mecánica, permanencia y capacidad de conducción de corriente, tal como los siguientes:

a) Una abrazadera, accesorio o soldadura permanentes y efectivos.

b) Un conectador de bronce con rosca, que penetre bien ajustado en el electrodo.

c) Para construcciones con estructura de acero, en las que se empleen como electrodo las varillas de refuerzo embebidas en concreto (del cimiento), debe usarse una varilla de acero similar, para unirla, mediante soldadura a otra provista de un tornillo de conexión. El tornillo debe ser conectado sólida y permanentemente a la placa de asiento de la columna de acero soportada en el concreto. El sistema eléctrico puede conectarse entonces, para su puesta a tierra, a la estructura del edificio, usando soldadura o un tornillo de bronce que se sujete en algún elemento de la misma estructura.

d) Para construcciones con estructuras de concreto armado, en las que se emplee un electrodo consistente en varillas de refuerzo o alambre embebidos en concreto (del cimiento), se debe usar un conductor de cobre desnudo de tamaño nominal adecuado para satisfacer el requisito indicado en 921-13, pero no-menor que 21,2 mm^2 (4 AWG) que se conecte a las varillas de refuerzo o al alambrón, mediante un conectador adecuado para cable de acero. El conectador y la parte expuesta del conductor de cobre se deben cubrir completamente con mastique o compuesto sellador, antes de que el concreto sea vaciado, para minimizar la posibilidad de corrosión galvánica. El conductor de cobre debe sacarse por arriba de la superficie del concreto en el punto requerido por la conexión con el sistema eléctrico. Otra alternativa es sacar al conductor por el fondo de la excavación y llevarlo por fuera del concreto para la conexión superficial, en este caso el conductor de cobre desnudo debe ser de tamaño nominal no-menor que 33,6 mm^2 (2 AWG).

921-16. Punto de conexión a sistemas de tubería

a) El punto de conexión de un conductor de puesta a tierra a un sistema de tubería metálica para agua fría, debe estar lo más cerca posible de la entrada del servicio de agua al edificio o cerca del equipo a ser

conectado a tierra donde resulte más accesible. Entre este punto de conexión y el sistema subterráneo de tubería, debe haber continuidad eléctrica permanente, por lo que deben instalarse puentes de unión donde exista posibilidad de desconexión, tal como en los medidores de agua y en las uniones del servicio.

b) Los electrodos artificiales o las estructuras conectadas a tierra deben separarse por lo menos 3 m de líneas de tubería usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (10,5 Pa o más), a menos que estén unidos eléctricamente y protegidos catódicamente como una sola unidad.

Debe evitarse la instalación de electrodos a menos de 3 m de distancia de dichas líneas de tubería, pero en caso de existir, deben ser coordinados de manera que se asegure que no se presenten condiciones peligrosas de c.a. y no sea nulificada la protección catódica de las líneas de tubería.

921-17. Superficies de contacto. Cualquier recubrimiento de material no conductor, tal como esmalte, moho o costra, que esté presente sobre las superficies de contacto de electrodos en el punto de la conexión, debe ser removido completamente donde se requiera, a fin de obtener una buena conexión.

921-18. Resistencia a tierra de electrodos. Disposiciones generales. El sistema de tierras debe consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Debe tener una resistencia a tierra baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión eléctrica de paso y de contacto (se considera aceptable un valor de 10 Ω; en terrenos con alta resistividad este valor puede llegar a ser hasta de 25 Ω. Para los tipos de electrodos véase 250-84.

a) Plantas generadoras y subestaciones. Cuando estén involucradas tensiones y corrientes eléctricas altas, se requiere de un sistema enmallado de tierra con múltiples electrodos y conductores enterrados y otros medios de protección. Véase Artículo 921 Parte D Subestaciones.

b) Sistemas de un solo electrodo. Los sistemas con un solo electrodo deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25 Ω en las condiciones más críticas. Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5 Ω.

c) Sistemas con múltiples conexiones de puesta a tierra. El neutro, debe estar conectado a un electrodo en cada transformador y sobre la línea, cada 400 m máximo independiente del sistema del servicio de los usuarios.

921-19. Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores. Aplicar lo indicado en 450-10 y lo correspondiente al tipo de instalación.

B. Líneas aéreas

921-20. Disposiciones generales. Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras en áreas no urbanizadas, debe conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor que 45 m. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, ésta debe aterrizarse en el extremo más cercano al cruce con la línea.

921-21. Cables mensajeros y retenidas

a) Cables mensajeros. Los cables mensajeros que requieran estar conectados a tierra deben conectarse a los conductores de puesta a tierra en los postes o en las torres, a los intervalos máximos indicados a continuación:

1) Cuando el cable mensajero sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema (véase 921-10), una conexión como mínimo, en cada 400 m de línea, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

2) Cuando el cable mensajero no sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema, una conexión como mínimo, en cada 200 m de línea, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

b) Retenidas. Las retenidas que requieran estar puestas a tierra deben conectarse a:

1) Estructuras de acero puestas a tierra, o a una conexión efectiva de puesta a tierra en postes de madera o concreto.

2) Un conductor de línea (neutro) que tenga cuando menos una conexión de puesta a tierra como mínimo en cada 400 m, además de las conexiones de puesta a tierra en los servicios a usuarios.

921-22. Electrodos artificiales

a) General. Cuando se usen electrodos artificiales, éstos deben penetrar, tanto como sea posible, dentro del nivel de humedad permanente.

Los electrodos deben ser de un metal o aleación que no se corroa excesivamente.

Toda la superficie externa de los electrodos debe ser conductora, bajo las condiciones existentes y durante la vida útil de los mismos, esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante.

C. Líneas subterráneas

921-23. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de c.a.

a) Hasta 600 V. La conexión de puesta a tierra de un sistema trifásico conexión estrella de cuatro hilos, o de un sistema monofásico de tres hilos, que requiera estar conectado a tierra. El conductor neutro debe ser puesto a tierra eficazmente en cada registro, equipo de transformación y acometida. En otros sistemas de una, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la conexión de puesta a tierra debe hacerse al conductor común asociado con los circuitos de alumbrado.

La conexión de puesta a tierra de un sistema trifásico de tres hilos, derivado de un transformador conectado en delta, o conectado en estrella sin conexión de puesta a tierra, el cual no sea para alimentar circuitos de alumbrado, puede hacerse a cualquiera de los conductores del circuito o bien a un neutro derivado en forma separada.

La conexión de puesta a tierra debe hacerse en la fuente de alimentación y en el lado de la carga de todo equipo de servicio.

b) Más de 600 V

1) Conductor sin pantalla (ya sea desnudo, forrado o aislado sin pantalla). El conductor neutro debe ser eficazmente puesto a tierra en el transformador y en cada una de las acometidas.

2) Cable con pantalla

a. Conexión de la pantalla del cable con la puesta a tierra de apartarrayos. Las pantallas de los cables deben unirse con el sistema de tierras de apartarrayos.

b. Cable sin cubierta exterior aislante. La conexión debe hacerse al neutro del transformador de alimentación y en las terminales del cable.

c. Cable con cubierta exterior aislante. Se recomienda hacer conexiones adicionales entre la pantalla sobre el aislamiento del cable (o armadura) y la tierra del sistema. En líneas de cable con pantalla de múltiples conexiones a tierra, la pantalla (incluyendo armadura) debe conectarse a tierra en cada unión del cable expuesta al contacto del personal.

NOTA: Debe preverse que al estar puestas a tierra en más de un punto, la corriente circulante por pantalla provoca un calentamiento adicional.

c) Conductor de puesta a tierra separado. Si se usa un conductor de puesta a tierra separado adicional a una línea subterránea, debe conectarse en el transformador de alimentación y en los accesorios del cable cuando se requiera que éstos vayan conectados a tierra. Este conductor debe estar colocado en la misma trinchera o banco de ductos (o en el mismo ducto si éste es de material magnético) que los conductores del circuito.

Excepción: El conductor de puesta a tierra para un circuito instalado en un ducto magnético puede estar en otro ducto si el que contiene al circuito está unido a dicho conductor en ambos extremos.

921-24. Sistemas subterráneos

a) Los conductores de puesta a tierra usados para conectarse a los electrodos y que se coloquen directamente enterrados, deben ser tendidos flojos o tener suficiente resistencia mecánica para evitar que se rompan por movimientos de la tierra o asentamientos normales del terreno.

b) Los empalmes y derivaciones sin aislamiento de conductores de puesta a tierra directamente enterrados, deben ser hechos con soldadura o con dispositivos de compresión, para minimizar la posibilidad de aflojamiento o corrosión. Se debe reducir al mínimo el número de estos empalmes o derivaciones.

c) Las pantallas sobre aislamiento de cables conectadas a tierra, deben unirse con todo aquel equipo eléctrico accesible conectado a tierra en los registros, pozos o bóvedas.

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando exista protección catódica.

d) Debe evitarse que elementos magnéticos, tales como acero estructural, tubo, varillas de refuerzo, no queden interpuestos entre el conductor de puesta a tierra y los conductores de fase del circuito.

e) Los metales utilizados para fines de puesta a tierra, que estén en contacto directo con la tierra, concreto o mampostería, deben estar aprobados para tal uso. Los metales de diferentes potenciales galvánicos, que se unan eléctricamente, pueden requerir de protección contra corrosión galvánica. El aluminio no está aprobado para este uso.

f) Cuando las pantallas o armaduras sobre el aislamiento de cables, conectadas a tierra, se conecten para minimizar las corrientes eléctricas circulantes en la pantalla, deben aislarse donde estén accesibles al contacto del personal.

g) Las conexiones de transposición y los puentes de unión deben tener aislamiento para 600 V, para tensiones mayores y el aislamiento debe ser adecuado para la tensión eléctrica a tierra existente.

h) Los puentes de unión y sus medios de conexión deben ser de tamaño y diseño para soportar la corriente eléctrica de falla, sin dañarse el aislamiento de los puentes o las conexiones de la pantalla.

D. Subestaciones

921-25. Características del sistema de tierra. Las características de los sistemas de tierra deben cumplir con lo aplicable del Artículo 250.

NOTA: Para definir un método adecuado para calcular el sistema de puesta a tierra, como el cálculo para sistemas de tierras en plantas y subestaciones, véase el Apéndice B1 (NRF-011-CFE-2002).

a) Disposición física. El cable que forme el perímetro exterior del sistema, debe ser continuo de manera que encierre el área en que se encuentra el equipo de la subestación.

En subestaciones tipo pedestal, de conexión estrella-estrella, se requiere que el sistema de tierra quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo.

La resistencia del sistema a tierra total debe cumplir con los valores indicados en el inciso (b) de esta Sección.

b) Resistencia a tierra del sistema. La resistencia eléctrica total del sistema de tierra incluyendo todos los elementos que lo forman, deben conservarse en un valor menor que lo indicado en la tabla siguiente:

Resistencia (Ω)	Tensión eléctrica máxima (kV)	Capacidad máxima del transformador (kVA)
5	mayor que 34,5	mayor que 250
10	34,5	mayor que 250
25	34,5	250

Deben efectuarse pruebas periódicamente durante la operación en los registros para comprobar que los valores del sistema de tierra se ajustan a los valores de diseño; asimismo, para comprobar que se conservan las condiciones originales, a través del tiempo y de preferencia en época de estiaje.

c) Sistemas con transformador. Cuando se requiera de un transformador para obtener la referencia a tierra aplicar lo indicado en 450-5.

921-26. Puesta a tierra de cercas metálicas. Las cercas metálicas pueden ocupar una posición sobre la periferia del sistema de tierra. Debido a que los gradientes de potencial son más altos, se deben tomar las medidas siguientes:

a) Si la cerca se coloca dentro de la zona correspondiente a la malla, debe ser puesta a tierra.

b) Si la cerca se encuentra fuera de la zona correspondiente a la malla debe colocarse por lo menos a 2 m del límite de la malla.

921-27. Puesta a tierra de rieles y tubos para agua y gas

a) Rieles. Los rieles de escape (espuelas) de ferrocarril que entren a una subestación no deben conectarse al sistema de tierra de la subestación. Deben aislarse uno o más pares de juntas de los rieles donde éstos salen del área de la red de tierra.

b) Tubos para agua y gas. Los tubos metálicos para agua, gas y las cubiertas metálicas de cables que estén enterrados dentro del área de la subestación deben conectarse al sistema de tierra, en varios puntos.

NOTA: Primero se debe instalar el sistema de tierras de acuerdo a su valor óptimo para la instalación eléctrica y después conectar los tubos para gas al sistema.

921-28. Puesta a tierra de partes no conductoras de corriente eléctrica

a) Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente eléctrica, y las defensas metálicas del equipo eléctrico, deben conectarse a tierra.

b) Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o áreas peligrosas, las partes metálicas que no conducen corriente eléctrica, pueden no conectarse a tierra, siempre que sean inaccesibles o que se protejan por medio de resguardos.

Esta última protección debe impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente algún otro objeto puesto a tierra.

c) Las estructuras de acero de la subestación deben ser puestas a tierra.

921-29. Conexión de puesta a tierra de cercas metálicas. Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras en áreas no urbanizadas, debe conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor que 45 m. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, ésta debe estar puesta a tierra en el extremo más cercano al cruce con la línea.

Esta conexión de puesta a tierra debe efectuarse uniendo todos los elementos metálicos de la cerca.

921-30. Conductor de puesta a tierra común para el circuito, canalizaciones metálicas y equipo. Si la capacidad de conducción de corriente del conductor de puesta a tierra del circuito, satisface también el requerimiento para la conexión de puesta a tierra del equipo, este conductor puede usarse para ambos fines. Dentro de dicho equipo se incluyen los armazones y cubiertas de los componentes auxiliares y de control del sistema eléctrico, canalizaciones metálicas, pantallas de cables y otras cubiertas.

E. Otros

921-31. Método de puesta a tierra para teléfonos y otros aparatos de comunicación en circuitos expuestos al contacto con líneas de suministro eléctricos y a descargas atmosféricas. Los protectores y, las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica expuestas, ubicadas en las centrales telefónicas o en instalaciones exteriores, deben conectarse a tierra en la forma siguiente:

a) Electrodo. El conductor de puesta a tierra debe conectarse a un electrodo, como los descritos en 921-14, 921-22 y 250 Parte H, o hacer esta conexión a la cubierta metálica del equipo del servicio eléctrico o al conductor del electrodo de puesta a tierra, cuando el conductor neutro del servicio eléctrico esté conectado a un electrodo de puesta a tierra en el edificio.

b) Conexión de los equipos al electrodo. El conductor de puesta a tierra de los teléfonos y otros aparatos expuestos a contacto con líneas de suministro eléctrico y a descargas atmosféricas, debe ser de cobre, de tamaño mínimo de 2,08 mm^2 (14 AWG) o de cualquier otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente, que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso. La conexión de este conductor al electrodo de puesta a tierra debe hacerse por medio de un conector o con soldadura exotérmica.

c) Unión de electrodos. Cuando se usen electrodos separados en la misma edificación, se deben interconectar el electrodo del equipo de comunicación y el electrodo de neutro del sistema eléctrico, con un conductor de tamaño nominal no-menor que 13,3 mm^2 (6 AWG) de cobre, u otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente.

ARTICULO 922-LINEAS AEREAS

A. Disposiciones generales

922-1. Objetivo, campo de aplicación. Este Artículo contiene los requisitos mínimos que deben cumplir las líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicación y sus equipos asociados, con la finalidad de obtener la máxima seguridad, protección al medio ambiente y uso eficiente de la energía.

922-2. Definiciones

Servidumbre de paso. Derecho que se crea o se adquiere para transitar por un terreno.

Baja tensión. Tensión eléctrica hasta 1 000 V.

Media tensión. Tensión eléctrica mayor que 1 000 V hasta 34,5 kV.

Alta tensión. Tensión eléctrica mayor que 34,5 kV hasta 230 kV.

Extra alta tensión. Tensión eléctrica mayor que 230 kV

Claro básico (regla). Es el promedio de una serie de claros con diferentes longitudes entre remates, se utiliza como base para calcular las flechas y tensiones del conductor.

Claro vertical (claro de peso). Es la distancia horizontal entre los puntos más bajos de las catenarias adyacentes al soporte considerado.

Carga transversal. Es la que produce el viento al soplar horizontal y perpendicularmente al conductor, la estructura, cable de guarda y accesorios.

Claro medio horizontal (claro de viento). Es la semi-suma de los claros adyacentes a la estructura considerada.

Carga longitudinal. Es la debida a las componentes de las tensiones mecánicas máximas, ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los conductores o cables de guarda.

Conductor aislado. Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por esta norma como aislamiento eléctrico, como el conductor sin pantalla metálica sobre el aislamiento operando en tensiones eléctricas inferiores a 3 kV de fase a tierra, conductor con cubierta o pantalla metálica puesta a tierra continua sobre el aislamiento, operando en tensiones de 3 kV hasta 22 kV a tierra o conductor operando en tensiones de 3 kV a 22 kV a tierra con pantalla semiconductora continua sobre el aislamiento combinada con mensajero desnudo puesto a tierra.

Conductor forrado. Conductor rodeado de un material de composición o espesor no reconocidos por esta norma como aislamiento eléctrico. Es aquel cuya cubierta proporciona suficiente resistencia dieléctrica para evitar corto circuito en caso de contacto momentáneo entre conductores, entre éstos y el conductor conectado a tierra o entre conductores y ramas de árboles.

Estructura: Unidad principal de soporte de las líneas aéreas eléctricas, comunicación y equipo asociado, generalmente un poste o una torre.

Estructura de transición: Estructura donde cambia una línea de un sistema aéreo a subterráneo o viceversa.

Flecha. Distancia medida verticalmente desde el conductor hasta una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte. A menos que otra cosa se indique, la flecha siempre se medirá en el punto medio del claro. Véase la Figura 922-2.

Flecha aparente. Distancia máxima entre el conductor y una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte, medida perpendicularmente a la línea recta.

Flecha inicial: La que tiene el conductor antes de aplicarle cualquier carga externa.

Flecha final: La que tiene un conductor bajo condiciones especificadas de carga y temperatura, después de que ha estado sujeto a las condiciones de carga mecánica prescritas para la zona de carga en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado una carga equivalente. La flecha final incluye el efecto de la deformación.

Flecha del conductor en cualquier punto. Distancia medida verticalmente desde un punto en particular del conductor, hasta la línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte.

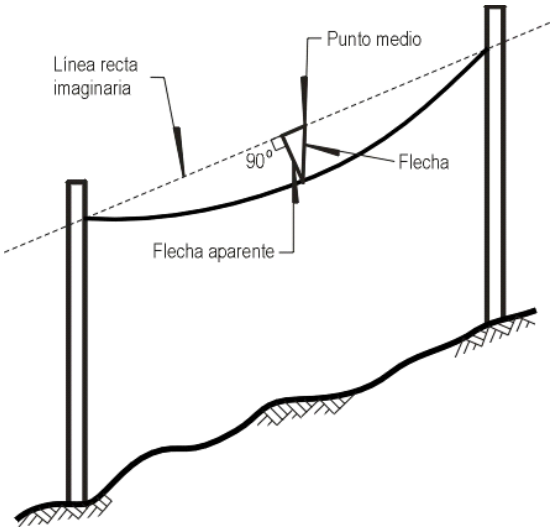


FIGURA 922-2

Línea abierta: Línea eléctrica o de comunicación con conductores desnudos, forrados o aislados soportados individualmente en la estructura directamente o mediante aisladores.

Línea aérea: Línea abierta soportada en postes u otro tipo de estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los conductores.

Línea de comunicación: Línea para transmisión y recepción de señales de audio, imagen y/o datos que opera a 400 V máximos a tierra o 750 V entre dos puntos del circuito.

Línea de suministro eléctrico: Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.

Línea en conflicto: Línea que al ladearse su estructura o balancearse su conductor puede llegar a tocar otra línea próxima.

Línea subterránea: Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del piso, ya sea directamente enterrados, en ductos o en cualquier otro tipo de canalización aprobado.

Longitud del claro: Distancia horizontal entre dos soportes consecutivos de una línea aérea.

Registro: Recinto subterráneo donde se colocan cables y accesorios de los equipos, para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

Terminal de cable: Dispositivo que soporta y distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

Transición de línea: Unión del cable de una línea aérea a la terminal del cable de una línea subterránea o viceversa.

Derecho de vía: Es una franja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión eléctrica de operación.

Velocidad de diseño por viento: Es la velocidad real o actual, equivalente a la velocidad máxima indicada en los anemómetros de una zona geográfica dividida entre 1,3.

922-3. Posición relativa de líneas

En una misma estructura:

a) Para líneas de diferente tensión eléctrica, los conductores con mayor tensión deben estar arriba de los de menor tensión.

b) Para líneas eléctricas y de comunicación las primeras deben estar en los niveles superiores.

Excepción: En ambos incisos anteriores, se exceptúan los alimentadores de troles que por conveniencia pueden estar al nivel de los conductores de contacto del trole.

c) En cruzamientos o líneas en conflicto, debe utilizarse la misma disposición descrita en los incisos (a) y (b) anteriores.

d) Se debe evitar la existencia de líneas en conflicto.

922-4. Consideraciones generales sobre la separación de conductores

a) Medición de separaciones y espaciamientos. Para referirse a las distancias entre conductores y a sus soportes, estructuras, construcciones, nivel del suelo, se usan en este Artículo los términos separación y espaciamiento. Debe entenderse que una separación es la distancia de superficie a superficie y un espaciamiento la distancia de centro a centro.

Para propósito de medición de las separaciones, los herrajes y accesorios que estén energizados se deben considerar como parte integral de los conductores. Las bases metálicas de las mufas, apartarrayos y de equipo similar, deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

b) Cables eléctricos aislados. En estos cables, las separaciones, para los tipos de cables descritos en los siguientes subincisos, así como para sus empalmes y derivaciones, pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión eléctrica (véase 110-2).

1) Cables de cualquier tensión eléctrica que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra, o bien cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 22 kV o menos, que tengan una pantalla semiconductora sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema

metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo puesto a tierra efectivamente.

2) Cables de cualquier tensión eléctrica no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductora continua sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo puesto a tierra efectivamente.

3) Cables aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones eléctricas no-mayores a 5 kV entre fases, o a 2,9 kV de fase a tierra.

c) Conductores forrados. Los conductores forrados deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de separaciones.

El espaciamiento para conductores forrados puede ser menor que el mínimo requerido para conductores desnudos, siempre y cuando sean propiedad de la misma empresa suministradora y que su cubierta proporcione suficiente resistencia dieléctrica para evitar cortocircuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores, o entre éstos y el conductor conectado a tierra o con ramas de árboles.

d) Conductores neutros. Los conductores neutros deben tener la misma separación que los conductores de sus respectivos circuitos. Se exceptúan los conductores neutros efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados con circuitos hasta de 22 kV a tierra, los cuales pueden considerarse, para fines de fijar su separación y altura, como conductores de circuitos de hasta 750 V entre fases.

e) Circuitos de c.a. o c.c. Las disposiciones de este Artículo son aplicables tanto a circuitos de c.a. como de c.c. En los circuitos de c.c. se deben aplicar las mismas separaciones establecidas para los circuitos de c.a., que tengan la misma tensión eléctrica de cresta a tierra.

922-5. Arreglo de conductores

a) Identificación. Se recomienda que todos los conductores de líneas eléctricas y de comunicación que vayan tendidos en las mismas estructuras, conserven una misma posición en todo su trayecto y de ser posible, se marquen en algunos de los soportes para complementar su identificación. Esto no prohíbe la transposición sistemática de los conductores.

b) Conexiones y derivaciones. Las conexiones, derivaciones y equipos de líneas aéreas deben estar libres de obstáculos para que sean fácilmente accesibles al personal calificado. Los conductores que se usen para derivaciones deben soportarse y colocarse de manera que no lleguen a tocar a otros conductores, por movimientos laterales o por colgarse demasiado, ni reduzcan el espacio para subir a trabajar.

922-6. Arboles próximos a conductores. En la proximidad de los conductores, los árboles deben ser podados para evitar que el movimiento de las ramas o de los propios conductores, pueda ocasionar fallas a tierra o entre fases. También se deben podar los árboles para prevenir que sus ramas, al desprenderse, puedan caer sobre los conductores, especialmente en cruzamientos y claros adyacentes. Esta poda debe llevarse a cabo atendiendo las recomendaciones de protección al medio ambiente con objeto de combinar la necesidad de coexistencia de líneas y árboles. La siembra de árboles bajo líneas existentes debe realizarse con especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol o para la línea existente.

922-7. Aisladores

a) Material y construcción. Los aisladores que se usen en líneas eléctricas deben ser aprobados para ese uso.

b) Consideraciones generales sobre la selección de aisladores. Los aisladores deben seleccionase basándose en la tensión eléctrica nominal a plena carga del circuito.

922-8. Equipo eléctrico conectado a las líneas

a) Accesibilidad. Todo equipo eléctrico conectado a las líneas, debe ser accesible a personas calificadas, para lo cual se deben proveer los espacios para su operación y mantenimiento.

b) Indicación de posición de operación. Los equipos de protección y seccionamiento conectados al circuito deben indicar claramente su posición de "abierto" o "cerrado", ya sea que se encuentren dentro de envolventes o estén descubiertos.

c) Fijación de posición. Los equipos de protección y seccionamiento conectados a las líneas en lugares accesibles a personas no calificadas, deben estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de "abierto" o "cerrado" para evitar operaciones no deseadas.

Los equipos de protección o seccionamiento para operar en líneas aéreas en forma remota o automática deben estar provistos de medios locales que impidan la operación del control remoto o automático.

d) Transformadores y equipo montado en postes. La parte más baja de los transformadores instalados en postes debe estar a una altura mínima de 4,45 m en lugares transitados solamente por peatones, y de 4,60 m en lugares transitados por vehículos.

922-9. Conexión de puesta a tierra de circuitos, estructuras y equipo

a) Métodos. Las conexiones de puesta a tierra especificadas en esta Sección deben efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el Artículo 921 (Parte B).

b) Partes no portadoras de corriente eléctrica. Las estructuras metálicas, postes, canalizaciones, equipos, soportes, cables mensajeros, cubiertas de cables aislados, palancas y manijas, deben estar puestos a tierra efectivamente.

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando lo requiera la operación del equipo, siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas o animales con las partes metálicas, o bien cuando estén, a una altura mayor que 2,9 m.

c) Retenidas. Las retenidas también deben cumplir con lo indicado en el inciso anterior, cuando sujeten estructuras que soporten circuitos de más de 300 V, o estén expuestas a contacto con dichos circuitos.

Esta disposición no es aplicable en los siguientes casos:

1) Cuando las retenidas tengan uno o más aisladores.

2) Cuando la estructura soporte exclusivamente cables aislados.

3) Cuando la retenida sujete una estructura que soporte circuitos de más de 34,5 kV entre fases y se localice en una zona despoblada. Si el material de las retenidas y anclas es metálico, puede considerarse como elemento de puesta a tierra.

922-10. Capacidad de conducción de corriente de conductores desnudos. Al seleccionar los conductores no deben sobrepasar su capacidad de conducción de corriente. La Tabla 922-10 muestra valores máximos de capacidad de conducción de corriente, para los conductores desnudos usuales en líneas aéreas.

TABLA 922-10.- Capacidad de conducción de corriente (A) en conductores desnudos

Tamaño o designación		Cobre*	**ACSR**	**Aluminio**
mm^2	**AWG o kcmil**			
8,37	8	90	---	---
13,3	6	130	---	98
21,2	4	180	140	130
33,6	2	240	180	180
53,5	1/0	310	230	235
67,4	2/0	360	270	275
85,0	3/0	420	300	325
107	4/0	490	340	375
135	266,8	---	460	445
171	336,4	---	530	520
242	477	---	670	650
322	636	---	780	---
403	795	---	910	---
484	954	---	1010	---
564	1113	---	1110	---
635	1351	---	1250	---
765	1510,5	---	1340	---
806	1590	---	1380	---

Bases:
Temperatura total máxima en el conductor: 75°C
Temperatura ambiente: 25°C

Velocidad del viento: 0,6 m/s Factor de emisividad: 0,5 Frecuencia: 60 Hz *Conductor de cobre duro con 97,3% de conductividad

B. Separación de conductores en una misma estructura, espacios para subir y trabajar

922-11. Aplicación. Los requisitos de esta Parte B establecen las separaciones mínimas entre conductores de líneas aéreas, eléctricas y de comunicación, así como las que éstos deben guardar a sus soportes, cables mensajeros, retenidas, cables de guarda, cuando están instalados en una misma estructura.

Para fines de aplicación en los cables aislados de uno o varios conductores y los conductores forrados, descritos en 922-4(b) y (c), así como los conductores en grupo, soportados por aisladores o mensajeros, se consideran como un solo conductor, aun cuando estén formados por conductores individuales de diferente fase o polaridad.

La tensión eléctrica entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos, debe tomarse como el mayor valor que resulte de los siguientes:

a) La diferencia vectorial entre los conductores involucrados.

b) La tensión eléctrica de fase a tierra del circuito de más alta tensión.

Las separaciones obtenidas con las ecuaciones consideradas en esta Sección son aplicables especialmente a líneas aéreas con tensiones eléctricas usuales para distribución. En líneas de media, alta y extra alta tensión, la separación entre conductores queda definida, además de los factores aquí considerados, por la geometría de las estructuras, la coordinación de aislamiento, el aislamiento, el efecto corona, la longitud de los claros y la experiencia obtenida con diseños anteriores que se hayan operado satisfactoriamente.

NOTA: En el texto de estos requisitos se debe entender como soporte de los conductores, el conjunto de elementos que sostienen directamente a los conductores, como son las crucetas, bastidores u otros medios similares, junto con sus aisladores.

c) El incremento en separación para tensión eléctrica mayor que 50 kV, especificado en el punto anterior, debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1,000 m s.n.m. Todas las separaciones para tensión eléctrica superior a 50 kV, deben determinarse basándose en la tensión eléctrica máxima de operación.

922-12. Separación horizontal entre conductores de línea. La separación horizontal mínima entre conductores debe ser:

a) En soportes fijos. Los conductores del mismo o de diferente circuito en soportes fijos (con aisladores rígidos) deben tener una separación horizontal en sus soportes, igual o mayor, al mayor de los valores obtenidos por la separación horizontal mínima o separación de acuerdo con la flecha. Estas separaciones no se aplican si los conductores son cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b), o bien si son conductores forrados de un mismo circuito, que cumplen con lo indicado en 922-4(c).

1) Separación horizontal mínima. Debe cumplir como mínimo los valores de la Tabla 922-12(a)(1).

2) Separación de acuerdo con la flecha. El valor mínimo a cumplir es el obtenido por medio de las ecuaciones 1 y 2. En caso de que el valor resultante sea menor que el de la Tabla 922-12(a)(1) debe usarse el valor de la tabla.

Excepción: Para conductores del mismo circuito con tensión eléctrica mayor que 50 kV aplique la Tabla 922-12 (a)(2)

Ecuación 1. Para conductores de tamaño nominal menor que 33,6 mm^2 (2 AWG):

$$S = 7{,}62\ (kV) + 7\sqrt{(8{,}5\,f - 5080)}\ mm$$

Ecuación 2. Para conductores de tamaño nominal mayor o igual que 33,6 mm^2 (2 AWG):

$$S = 7{,}62\ (kV) + 8\sqrt{(2{,}12\,f)}\ mm$$

donde:

S, es la separación en mm.

kV, es la tensión eléctrica entre los dos conductores para los que se calcula la separación; excepto el caso de alimentadores de transporte eléctrico, en que la tensión eléctrica es de fase a tierra.

f, es la flecha final en mm, del conductor de mayor flecha en el claro, a una temperatura de 16°C y con una tensión mecánica de 25% de la de ruptura.

La Tabla 922-12(a)(2) muestra las separaciones que se obtienen al aplicar las ecuaciones 1 y 2 anteriores, en algunos valores de flecha y de tensión eléctrica de conductores.

La separación entre conductores de circuitos con tensión eléctrica mayor que 50 kV se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar.

Todas las separaciones para tensiones eléctricas superiores a 50 kV deben determinarse con base en la tensión eléctrica máxima de operación.

TABLA 922-12(a)(1).- Separación horizontal mínima entre conductores(1)

Circuito	Separación mínima en milímetros
Línea de comunicación abierta: (excepto en transposiciones)	
Mínimo	150
Mínimo en aisladores rígidos	75
Alimentadores para transporte eléctrico(2):	
Hasta 750 V	150
Más de 750 V a 8,7 kV	300
Conductores eléctricos del mismo circuito:	
Hasta 8,7 kV	300
Más de 8,7 kV a 50 kV	300 más 10 por cada kV en exceso de 8,7 kV
Más de 50 kV	(3)
Conductores eléctricos de diferentes circuitos:	
Hasta 8,7 kV	300
Más de 8,7 kV a 50 kV	300 más 10 por cada kV en exceso de 8,7 kV
Más de 50 kV a 814 kV	725 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV(4)

Notas:

(1)Todas las tensiones eléctricas son entre fases, excepto para alimentadores de transporte eléctrico, las cuales son a tierra.

Para determinar la separación entre conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión eléctrica debe ser considerado como puesto a tierra.

(2) Para conductores que tengan flecha aparente de 1,0 m y tensiones eléctricas máximas de 8,7 kV, respectivamente, en los que se hayan utilizado normalmente separaciones de 250 a 300 mm, pueden continuarse aplicando dichas separaciones, siempre que se cumpla con lo indicado en 922-12(a)(2).

(3) La separación para conductores del mismo circuito, con tensión eléctrica mayor que 50 kV, debe determinarse de conformidad con lo establecido en la Sección 922-12(a)(2).

(4) Para conductores de diferentes circuitos con tensión eléctrica mayor que 50 kV, la separación adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m snm. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

b) En aisladores de suspensión. Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre, la separación entre los conductores debe aumentarse para que, al inclinarse una cadena de aisladores hasta formar un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación sea igual o mayor que la obtenida por medio del inciso a) anterior.

TABLA 922-12(a)(2).- Separación horizontal mínima "S" de conductores en sus soportes fijos, de acuerdo con su flecha

	Separación S en mm									
Flecha (m)	**1,0**	**1,5**	**2,0**	**2,5**	**3,0**	**1,0**	**1,5**	**2,0**	**2,5**	**3,0**
Tensión eléctrica (entre fases) V	**Ecuación 1 Hasta 33,6 mm^2 (2 AWG)**					**Ecuación 2 Mayor a 33,6 mm^2 (2 AWG)**				

6 600	450	660	810	96	1 050	410	500	570	630	680
13 800	510	710	860	980	1 090	470	550	620	690	740
23 000	580	780	930	105	1 160	540	620	690	760	810
34 500	660	810	1 020	1 140	1 250	630	710	780	840	900

922-13. Separación vertical entre conductores de línea. La separación vertical entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura, debe ser

a) Separación de conductores. Deben aplicarse las separaciones para conductores del mismo o diferente circuito indicadas en la Tabla 922-13(a) a conductores con tensión eléctrica hasta 50 kV.

Excepción 1: Los conductores soportados por bastidores verticales, o por ménsulas separadas colocadas verticalmente, deben tener los espaciamientos indicados en 922-17.

Excepción 2: Este requisito no se aplica a conductores forrados del mismo circuito, de conformidad con lo indicado en 922-4(c).

b) Separaciones adicionales. Las separaciones que se indican en la Tabla 922-13(a), deben incrementarse para conductores en la misma estructura o tensiones mayores a 50 kV. Los incrementos deben ser acumulables cuando sea aplicable más de una de las siguientes condiciones.

1) Tensiones eléctricas mayores de 50 kV entre conductores

Para tensiones eléctricas entre 50 kV y 814 kV, la separación entre conductores debe incrementarse 10 mm por cada kV en exceso de 50 kV.

2) Conductores con diferentes flechas en la misma estructura Los conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura y tendidos con distintas flechas deben tener una separación vertical en sus soportes, para que la separación mínima entre los conductores, en cualquier punto del claro, sea como mínimo la siguiente, (considerando que el conductor superior y el inferior tienen su flecha final sin carga, a temperaturas de 50°C el primero y de 16°C el segundo):

a. Para tensiones eléctricas menores a 50 kV entre conductores, se puede aplicar 75% de la separación entre soportes indicada en la Tabla 922-13(a).

b. Para tensiones eléctricas mayores a 50 kV entre conductores, el valor especificado en (a) anterior, debe incrementarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 922-13(b)(1) de esta Sección.

Cuando sea necesario, las flechas deben ser reajustadas para cumplir con lo anterior, previendo que no se exceda lo establecido en 922-93 para la tensión mecánica de los conductores.

TABLA 922-13(a).- Separación vertical mínima entre conductores, en sus soportes (m)

Conductores en niveles inferiores			**Líneas abiertas con tensión eléctrica entre conductores:**			
			Hasta 750 V (1)	**Más de 750 V hasta 8,7 kV**	**Más de 8,7 k V hasta 15 kV**	**Más de 15 kV hasta 50 kV**
De Comunicación	En general		1,00	1,00	1,50	1,50
	Utilizados para operación de líneas eléctricas		0,40	0,40	1,00	1,00
Eléctricos con tensión eléctrica entre conductores (V):	Hasta 750 (1)		0,40	0,40	1,00	1,00
	Más de 750 V hasta 8,7 kV		--	0,40	1,00	1,00
	Más de 8,7 kV hasta 15 Kv	Si se trabaja con línea viva	--	0,40	1,00	1,00
		Si no se trabaja con línea viva	--	--	0,40	1,00
	Más de 15 kV hasta 50 kV		--	--	--	1,00

(1) Los valores de esta columna (o renglón) se aplican también a cables aislados, así como a conductores neutros conectados efectivamente a tierra, en circuitos hasta de 22 kV a tierra.

922-14. Separación entre conductores de línea en diferentes niveles de la misma estructura. Ningún otro conductor debe estar dentro del área marcada con línea punteada en la Figura 922-14, en la cual V y H deben determinarse con base en las separaciones mínimas vertical y horizontal establecidas en esta Sección.

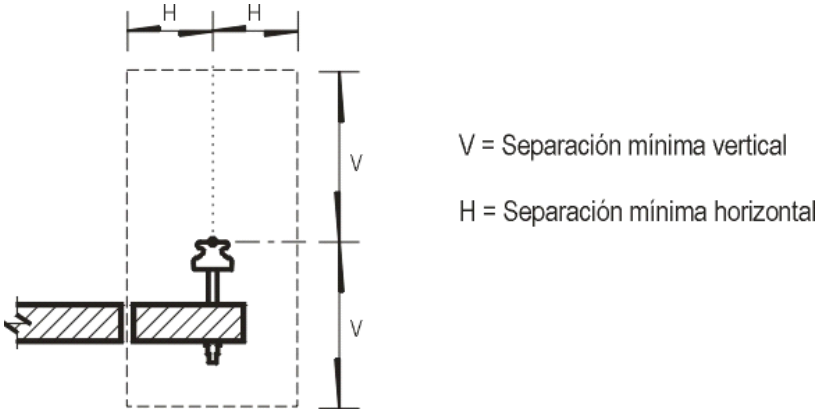


FIGURA.- 922-14

922-15. Separación en cualquier dirección de conductores a soportes, estructura, otros conductores verticales o derivados, mensajeros y retenidas sujetos a la misma estructura.

a) En soportes fijos. La separación no debe ser menor que la indicada en la Tabla 922-15(a).

b) En aisladores de suspensión. Cuando se usen aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la separación mínima debe incrementarse, para que cuando la cadena de aisladores forme un ángulo de 30° con la vertical, la separación no sea igual o mayor que la indicada en (a) anterior.

TABLA 922-15(a).- Separación mínima en cualquier dirección (mm)

Separación de los conductores de línea entre:	En estructuras que soporten líneas de:		Líneas de suministro (Tensión eléctrica entre fases)		
	Solo de comunicación	Comunicación y eléctricas	De 0 hasta 8,7 kV	Mayor que 8,7 kV hasta 50 kV	Mayor que 50 kV hasta 814 kV (4)
Conductores verticales o derivados:					
Del mismo circuito	75	75	75	75 más 6,5 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV	Valor no especificado
De diferente circuito	75	75	150 (5)	150 más 10 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV	580 más 10 mm por cada kV en exceso de 50 kV
Retenidas y mensajeros sujetos a la misma estructura:					
Paralelos a la línea	75	150	300	300 mm más 10 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV	740 mm más 10 mm por cada kV en exceso de 50 kV
Retenidas de ancla	75	150(1)	150	150 mm más 6,4 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV	410 mm más 6,4 mm por cada kV en exceso de 50 kV
Otros	75	150(1)	150	150 mm más 10 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV	580 mm más 10 mm por cada kV en exceso de 50 kV
Superficie de crucetas	75(2)	75(2)	75(6)(7)	75 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV (6) (7) (8)	280 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 50 kV
Superficie de estructuras:					
Que soporten líneas de comunicación y eléctricas	--	125(2)	125(3)(6)(7)	125 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV	330 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 50 kV

				(6)(7)	
Otras	75[(2)]	--	75[(6)(7)]	75 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV[(6)(7)]	280 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 50 kV

Notas:

(1) En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 300 mm o menos de los conductores eléctricos y de comunicación a la vez, dichas retenidas deben ser protegidas con una cubierta aislante adecuada en el tramo cercano al conductor eléctrico. Esto no es necesario si la retenida está efectivamente puesta a tierra, o tiene un aislador tipo retenida, localizado a un nivel inferior del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto.

(2) Los conductores de comunicación pueden sujetarse en soportes colocados en la base o a los lados de las crucetas, o en la superficie de postes.

(3) Esta separación solamente se aplica a conductores eléctricos colocados en la misma estructura debajo de conductores de comunicación. Cuando los conductores eléctricos estén arriba de los de comunicación, esta distancia puede reducirse a 75 mm, excepto para conductores eléctricos de 0 a 750 V, cuya separación puede ser reducida a 25 mm.

(4) Para conductores de circuitos con tensión eléctrica mayor que 50 kV, la separación adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m s.n.m. Todas las separaciones para tensión eléctrica superior a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión eléctrica máxima de operación.

(5) Para circuitos de 750 V o menos, esta separación puede reducirse a 75 mm.

(6) Un conductor neutro que esté puesto a tierra efectivamente a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kV a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura.

(7) Para líneas eléctricas abiertas de 750 V o menos y cables eléctricos de cualquier tensión eléctrica, de los tipos descritos en la Sección 922-4 (b), esta separación puede reducirse a 25 mm.

(8) En circuitos con conductor neutro efectivamente puesto a tierra, que cumpla con lo indicado en la Sección 922-4 (d), puede utilizarse la tensión eléctrica de fase a neutro para determinar la separación entre los conductores de fase y la superficie de las crucetas.

922-16. Separación entre circuitos de diferente tensión eléctrica colocados en la misma cruceta. Los circuitos eléctricos con tensión eléctrica hasta de 50 kV entre conductores, pueden colocarse en la misma cruceta, con circuitos de tensión eléctrica inmediata superior o inferior, siempre que se cumpla con una o más de las condiciones siguientes:

a) Que los circuitos ocupen lados opuestos de la estructura.

b) En líneas construidas con crucetas voladas o soportadas en sus dos extremos, los circuitos deben estar separados por una distancia mínima requerida por el espacio para subir, estipulado en 922-19, para el circuito de tensión eléctrica mayor.

c) Los conductores de tensión eléctrica menor deben ocupar las posiciones más próximas a la estructura, y los de tensión eléctrica mayor las posiciones más distantes.

d) Uno de los dos circuitos de comunicación para la operación de líneas eléctricas y el otro un circuito eléctrico de menos de 8,7 kV, siempre que los dos se instalen de acuerdo con los incisos (a) o (b) anteriores y pertenezcan a la misma empresa.

922-17. Espaciamiento entre conductores soportados en bastidores verticales. Los conductores pueden instalarse a una separación vertical menor que la indicada en 922-13, cuando estén colocados en bastidores verticales o en ménsulas separadas colocadas verticalmente, que estén firmemente sujetos a un lado de la estructura y se cumpla con las siguientes condiciones:

a) La tensión eléctrica máxima entre conductores no debe ser mayor que 750 V, excepto cuando se trate de cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b)(1) y (2), los cuales pueden ser de cualquier tensión eléctrica.

b) Todos los conductores deben ser del mismo material.

c) La separación vertical entre conductores no debe ser menor que la siguiente:

Longitud del claro (m)	Separación (cm)
Hasta 45	10
Más de 45 a 60	15
Más de 60 a 75	20
Más de 75 a 90	30

Excepción: Si los conductores tienen separadores intermedios adecuados, el espaciamiento vertical puede ser como mínimo de 10 cm en cualquier caso.

922-18. Separación de conductores fijados a edificios o puentes. Los conductores eléctricos desnudos que estén sujetos en forma permanente a edificios deben ser de tensión eléctrica máxima a 300 V a tierra, a menos que estén debidamente protegidos, aislados o sean inaccesibles. La separación de los conductores a la superficie del edificio no debe ser menor que la indicada en la Tabla 922-15(a), para separaciones de conductores a sus soportes.

922-19. Espacio para subir. Estos requisitos se aplican únicamente a las partes de las estructuras utilizadas por los trabajadores para subir.

a) Localización y dimensiones

1) Debe dejarse un espacio para subir a la estructura con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso e) de esta Sección.

2) El espacio para subir se requiere solamente en un lado o esquina del soporte.

3) El espacio para subir debe considerarse verticalmente arriba y abajo de cada nivel de conductores, como se indica en los incisos (e) y (f) de esta Sección.

b) Partes de la estructura en el espacio para subir. Cuando las partes de la estructura estén en un lado o esquina del espacio para subir, no se considera que obstruyen dicho espacio.

c) Localización de las crucetas respecto al espacio para subir. Se recomienda que las crucetas se localicen en el mismo lado del poste. Esta recomendación no es aplicable cuando se utilicen crucetas dobles o cuando las crucetas no sean paralelas.

d) Localización de equipo eléctrico respecto del espacio para subir. Cuando los equipos eléctricos se localicen abajo de los conductores deben instalarse fuera del espacio para subir.

e) Espacio para subir entre conductores. El espacio para subir entre conductores debe tener las dimensiones horizontales indicadas en la Tabla 922-19(e). Estas dimensiones tienen el propósito de dejar un espacio para subir de 60 cm libre de obstáculos, para tensiones mayores a 3 kV los conductores desnudos o forrados deben protegerse temporalmente con cubiertas aislantes adecuadas a la tensión eléctrica existente. El espacio para subir debe dejarse longitudinal y transversalmente a la línea, y extenderse verticalmente a un mínimo de 1,0 m arriba y abajo de los conductores que limiten el espacio mencionado.

Cuando existan conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos de más de 8,7 kV a tierra o 15 kV entre fases, el espacio para subir debe extenderse verticalmente cuando menos 1,5 m arriba del conductor eléctrico más alto.

Excepción 1: Este requisito no se aplica en caso de que se tenga establecida la práctica de que los trabajadores no suban más allá de los conductores y del equipo, a menos que estén desenergizados.

Excepción 2: Este requisito no se aplica si el espacio para subir puede ser obtenido con el desplazamiento temporal de los conductores, utilizando equipo para trabajar con línea energizada.

f) Espacio para subir frente a tramos longitudinales de línea no soportados por crucetas. El ancho total del espacio para subir debe dejarse frente a los tramos longitudinales y extenderse verticalmente 1,0 m arriba y abajo del tramo (o 1,5 m conforme a lo indicado en el inciso (e) de esta Sección). El ancho del espacio para subir debe medirse a partir del tramo longitudinal de que se trate. Debe considerarse que los tramos longitudinales sobre bastidores, o los cables soportados en mensajeros, no obstruyan el espacio para subir, siempre que, como práctica invariable, todos sus conductores sean protegidos con cubiertas aislantes adecuadas o en alguna otra forma, antes de que los trabajadores asciendan.

Excepción: Si se instala un tramo longitudinal en el lado o esquina de la estructura donde se encuentre el espacio para subir, el ancho de este espacio debe medirse horizontalmente del centro de la estructura hacia los conductores eléctricos más próximos sobre la cruceta, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

1) Que el tramo longitudinal corresponda a una línea eléctrica abierta con conductores de 750 V o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b), de cualquier tensión eléctrica, los cuales estén sujetos cerca de la estructura por ménsulas, bastidores, espigas, abrazaderas u otros aditamentos similares.

2) Que los conductores eléctricos más próximos soportados en la cruceta, sean paralelos al tramo de línea eléctrica, se localicen del mismo lado de la estructura que dicho tramo y estén a una distancia no mayor que 1,2 m arriba o abajo del tramo de línea.

g) Espacio para subir frente a conductores verticales. Los tramos verticales protegidos con tubo (conduit) u otras cubiertas protectoras similares, que estén sujetos firmemente a la estructura sin separadores, no se considera que obstruyen el espacio para subir.

TABLA 922-19(e).- Separación horizontal mínima entre conductores que limitan el espacio para subir(1)

Conductores que limitan el espacio para subir		Separación horizontal en cm(4) en estructuras que soporten conductores:			
Tipo	Tensión eléctrica(1)	Comunicación	Eléctricos	Eléctricos arriba de conductores de comunicación	Comunicación arriba de conductores eléctricos(2)
Comunicación	Hasta 150V	Sin requisitos	--	(3)	Ningún requisito
	Más de 150V	60 recomendado	--	(3)	60 recomendado
Eléctricos aislados	Todas tensiones	--	--	(3)	Ningún requisito
Eléctricos aislados con mensajero desnudo	Todas tensiones	--	60	60	75
Eléctricos en línea abierta o conductores forrados	Hasta 750 V	--	60	60	75
	Más de 750V hasta 15 kV	--	75	75	75
	Más de15 kV hasta 28 kV	--	90	90	90
	Más de 28 kV hasta 38 kV	--	100	100	--
	Más de 38 kV hasta 50 kV	--	117	117	--
	Más de 50 kV hasta 73 kV	--	140	140	--
	Más de 73 kV	--	Más de 140 (5)	--	--

Notas:

(1) Todas las tensiones eléctricas son entre los dos conductores que limitan el espacio para subir, excepto para conductores de comunicación, en los que la tensión eléctrica es a tierra. Cuando los conductores son de diferente circuito, la tensión eléctrica entre ellos debe ser la suma aritmética de las tensiones de cada conductor de puesta a tierra, para un circuito conectado a tierra, o de fase a fase si se trata de un circuito no conectado a tierra.

(2) Esta posición relativa de líneas no es recomendable y debe evitarse.

(3) El espacio para subir debe ser el mismo que el requerido para los conductores eléctricos colocados inmediatamente arriba, con un máximo de 75 cm.

(4) Para la utilización de estas separaciones, los trabajadores deben tener presentes las normas de operación y seguridad para líneas de que se trate.

(5) Para tensiones mayores agregar 1 cm por kV en exceso de 73 kV.

922-20. Espacio para trabajar

a) Localización. Deben dejarse espacios para trabajar localizados a ambos lados del espacio para subir.

b) Dimensiones

1) A lo largo de la cruceta. El espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para subir hasta el más alejado de los conductores en la cruceta.

2) Perpendicular a la cruceta. El espacio para trabajar debe tener la misma dimensión que el espacio para subir (véase 922-19(e)). Esta dimensión debe medirse horizontalmente desde la cara de la cruceta.

3) Verticalmente. El espacio para trabajar debe tener una altura mínima indicada en la Sección 922-13, para la separación vertical de conductores soportados en diferentes niveles en la misma estructura.

c) Localización de conductores verticales y derivados respecto del espacio para trabajar. Los espacios para trabajar no deben obstruirse. Los conductores verticales o derivados deben colocarse al lado opuesto del espacio destinado para subir en la estructura; en caso de no ser posible, pueden colocarse en el mismo lado para subir, siempre que queden separados de la estructura por una distancia mínima equivalente al ancho del espacio para subir requerido para los conductores de mayor tensión eléctrica. Los conductores verticales canalizados o protegidos con cubiertas protectoras para usos eléctricos, pueden quedar colocados sobre el lado para subir de la estructura.

d) Localización de crucetas transversales respecto de los espacios para trabajar. Las crucetas transversales (Figura 922-20(d)) pueden usarse siempre que se mantenga el espacio para subir, definido en 922-19. Conservando los valores de la Tabla 922-13(a), ya sea incrementando el espacio entre las crucetas de línea o en su caso utilizando estructuras más altas.

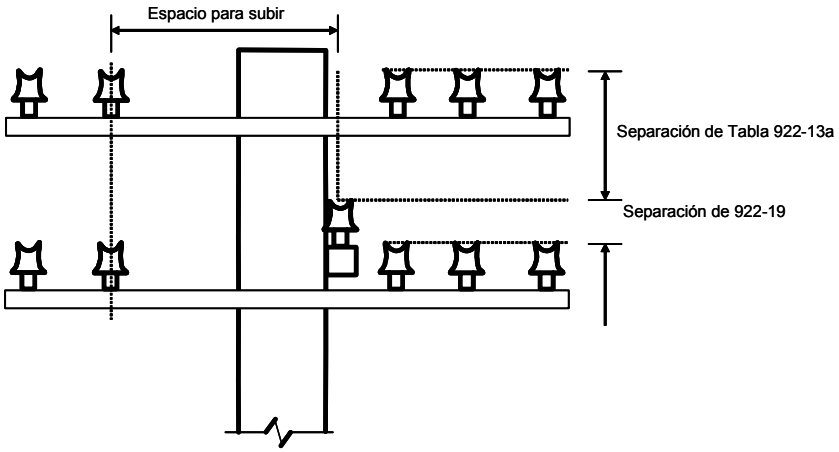


FIGURA 922-20(d).- Localización de crucetas y espacios para trabajar

1) Altura normal del espacio para trabajar. Debe dejarse el espacio lateral para trabajar de la altura indicada en la Tabla 922-13(a), entre los conductores derivados sujetos a la cruceta transversal y los conductores de línea. Esto puede realizarse incrementando el espacio entre las crucetas de línea.

2) Altura reducida del espacio para trabajar. Cuando de ninguno de los circuitos involucrados exceda la tensión eléctrica de 8,7 kV a tierra o de 15 kV entre fases y se mantengan las separaciones indicadas en 922-12(a)(1) y (2), los conductores soportados en la cruceta transversal pueden colocarse entre las líneas adyacentes que tengan un espaciamiento vertical normal, aun cuando dicha cruceta obstruya el espacio normal para trabajar, siempre que se mantenga un espacio para trabajar no menor que 45 cm de altura entre los conductores de línea y los conductores derivados. Esta altura debe quedar arriba o abajo de los conductores de línea, según sea el caso.

El anterior espacio para trabajar puede ser aún reducido a 30 cm, siempre que se cumplan las dos siguientes condiciones:

a. Que no existan más de dos grupos de crucetas de línea y de crucetas transversales.

b. Que la seguridad en las condiciones de trabajo sea restituida mediante la utilización de equipo de protección de hule y otros dispositivos adecuados para aislar y cubrir los conductores de línea y el equipo en donde no se esté trabajando.

922-21. Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones o entre equipo suministrador y conductores o equipos de comunicaciones.

a) La separación se refiere a las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica del equipo, soportes metálicos para cables aislados o conductores, así como brazos metálicos de soporte que estén sujetos a soportes metálicos o bien colocados a menos de 2,5 cm de tanques y bastidores de transformadores y mensajeros sin conexión efectiva a tierra.

b) Las separaciones, deben ser las indicadas en la Tabla 922-21.

TABLA 922-21.- Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones o entre equipo suministrador y conductores o equipo de comunicaciones

Tensión eléctrica de suministro kV[(1)]	**Separación vertical (m)**
Conductores puestos a tierra, mensajeros y soportes	0,75
Hasta 8,7	1,00
Más de 8,7	1,0 + 0,01 por kV en exceso de 8,7 kV

Nota:
(1) Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros

circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

922-22. Separación de conductores verticales y derivados a otros conductores y superficies en la misma estructura. Las separaciones entre conductores verticales y derivados a otros conductores o superficies en la misma estructura deben ser las que se indican en esta Sección.

1) Se permite colocar circuitos suministradores de la misma tensión eléctrica o de la inmediata superior en un mismo ducto, si los conductores son aislados.

2) Se permite colocar pares de conductores de comunicación sujetos directamente a estructuras o a mensajeros.

3) Se permite colocar directamente en la estructura conductores de conexión de puesta a tierra, conductores neutros, conductores aislados o canalizaciones eléctricas.

4) Los circuitos suministradores aislados de 600 V y que no excedan de 5 000 W pueden colocarse en el mismo circuito del cable de control con el cual están asociados.

a) Conductores eléctricos verticales y derivados

1) Separaciones en general. Las separaciones no deben ser menores que las especificadas en la Tabla 922-22(a) o en 922-15.

TABLA 922-22(a).- Separación de conductores eléctricos verticales y derivados con respecto a superficies, mensajeros y retenidas en la misma estructura, (cm) (1)

Separación de conductores verticales y derivados a:	Hasta 8,7 kV	Mayor que 8,7 kV hasta 50 kV	Mayor que 50 kV (5)
Superficies de soportes	7,5 cm (2)(3)	7,5 cm más 0,5 cm por cada kV en exceso de 8,7 kV	27,5 cm más 0,51cm por cada kV en exceso de 50 kV
Mensajeros y retenidas	15 cm	15 cm más 1 cm por cada kV en exceso de 8,7 kV(4)	58,5 cm más 1 cm por cada kV en exceso de 50 kV(4)

Notas:

(1) Las tensiones eléctricas son entre fases.

(2) Véase la Excepción 3 de la Sección 922-22.

(3) Para circuitos eléctricos de hasta 750 V esta separación puede reducirse a 2,5 cm.

(4) El factor puede reducirse a 0,65 cm por kV para retenidas de ancla.

(5) La separación adicional para tensiones eléctricas mayores a 50 kV se debe incrementar un 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m s.n.m.

2) Casos especiales. Se refieren solamente a los tramos de estructuras por donde suban trabajadores, cuando los conductores estén energizados.

1. Cables aislados y conductores de conexión de puesta a tierra. Los conductores verticales aislados y los conductores de conexión de puesta a tierra, pueden instalarse, sin protección aislante adicional, siempre y cuando el espacio para subir y los conductores de línea estén en el lado opuesto de la estructura.

2. Conductores para conectar lámparas de alumbrado público. Cuando se conecten luminarios de alumbrado público directamente a líneas eléctricas, en postes que se usen exclusivamente para estas líneas, puede hacerse dicha conexión bajando conductores en línea abierta, desde la cruceta del poste al extremo del luminario, siempre que estos conductores queden firmemente sujetos en ambos extremos y que guarden las distancias mínimas indicadas en la Tabla 922-22(a).

3. Conductores de menos de 300 V. Los conductores eléctricos verticales o derivados de menos de 300 V a tierra, pueden llevarse en cables múltiples sujetos directamente a la superficie de la estructura o de la cruceta, y no debe sufrir abrasión en los puntos de sujeción.

Cada conductor de estos cables que no esté puesto a tierra efectivamente, o todo el cable en conjunto, debe tener una cubierta aislante para 600 V.

b) Conductores de comunicación verticales y derivados

1) La separación de conductores desnudos verticales y derivados, con respecto a otros conductores de comunicación, retenidas, cables de suspensión o mensajeros, debe ser cuando menos de 7,5 cm.

2) Los conductores de comunicación aislados verticales y derivados pueden fijarse directamente a la estructura. Su separación vertical a cualquier conductor eléctrico (siempre que no se trate de conductores verticales o de conexiones a luminarios) debe ser cuando menos de 1,0 m para tensión eléctrica hasta de 8,7 kV entre fases, y de 1,5 m para tensiones mayores.

C. Separación entre conductores soportados en diferentes estructuras

922-30. Disposiciones generales. Los cruces del mismo circuito deben interconectarse formando circuitos derivados radiales. Los cruzamientos de conductores deben hacerse sujetándose en la misma estructura; de no ser posible debe mantenerse la separación de acuerdo con los requisitos de esta Parte C.

922-31 Consideraciones. Las separaciones horizontal y vertical se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Las separaciones deben determinarse en el punto de mayor acercamiento entre los dos conductores.

b) Ambos conductores deben analizarse desde su posición de reposo hasta un desplazamiento ocasionado por una presión de viento de 29 kg/m^2, con flecha inicial y final a 16°C sin viento y con flecha inicial y final a 50°C sin viento. La presión de viento puede reducirse a 20 kg/m^2 en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre el desplazamiento de los conductores debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores.

Con objeto de poder determinar la posición relativa que resulte con la menor separación deben calcularse las separaciones entre conductores en sus diferentes posiciones, desde el reposo hasta su máximo desplazamiento.

c) La dirección supuesta del viento debe ser aquélla que produzca la separación más crítica.

d) No se requiere incrementar la flecha cuando la temperatura del conductor no exceda de 50ºC y los claros sean iguales o menores que los claros siguientes.

- Hasta de 75 m para la Zona I

- Hasta de 100 m para todas las otras zonas.

e) Cuando la temperatura máxima de los conductores sea de 50ºC o menor y el claro sea mayor que el claro básico, la flecha a la mitad del claro debe ser incrementada como sigue:

1) Cuando el cruzamiento ocurra a la mitad del claro del conductor superior, su flecha debe incrementarse en 1,0 cm (o 1,5 cm en la Zona I), por cada metro en exceso del claro básico. Este incremento no requiere ser mayor que el resultado de la diferencia aritmética entre las flechas finales, calculadas para el claro en reposo y temperaturas en el conductor de 15°C y 50°C.

2) Para claros a nivel, cuando el cruzamiento no se localice a la mitad del claro del conductor superior, el incremento anterior puede reducirse multiplicando por los factores de la Tabla 922-31(e)(2).

TABLA 922-31(e)(2).- Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana

Por ciento de la longitud del claro de cruce	Factor
5	0,19
10	0,36
15	0,51
20	0,64
25	0,75
30	0,84
35	0,91
40	0,96
45	0,99
50	1,00
NOTA: Interpolar para valores intermedios	

922-32. Separación horizontal. La separación horizontal en cruzamientos o entre conductores adyacentes soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos de 1,50 m para tensiones eléctricas hasta 50 kV entre conductores. Para tensiones eléctricas mayores, debe incrementarse esta separación en 1,0 cm por cada kV en exceso de 50. La tensión eléctrica entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos debe tomarse como la diferencia vectorial de la tensión eléctrica de ambos circuitos. Para conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión eléctrica debe considerarse como puesto a tierra.

922-33. Separación vertical. La separación vertical entre conductores que se crucen o adyacentes, soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos la indicada en la Tabla 922-33.

Para líneas en el nivel superior e inferior con tensiones de 22 kV hasta 470 kV, la separación total es igual al producto de la suma de 1,2 m (distancia para 22 kV de Tabla 922-33) más 1,0 cm/kV por la suma de las diferencias de la tensión de cada línea en exceso de 22 kV.

Tabla 922-33.- Separación vertical entre conductores soportados en diferentes estructuras (m)(1)

			Conductores		Conductores suministradores			
			Neutro, guarda y retenidas(2)	Comunicaciones y mensajeros	Aislados		Línea abierta	
					0 a 750 V	Más de 750 V	0 a 750 V(3)	Más de 750V a 22kV
Conductores		Neutro, guarda y retenidas(2)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,2
		Comunicaciones y mensajeros	0,6	0,6	0,6	1,2	1,2	1,8
Conductores suministradores	Aislados	0 a 750 V	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
		Más de 750 V	0,6	1,2	0,6	1,2	0,6	1,2
	Línea abierta	0 a 750 V(3)	0,6	1,2	0,6	0,6	0,6	1,2
		Más de 750 V a 22kV	1,2	1,8	0,6	1,2	1,2	1,2
	Trolebuses, trenes, sus retenidas y mensajeros (3)		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8

Notas:

(1) as tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la sección 922-4(d)

(3) Los conductores suministradores de trolebuses y trenes de más de 750 V, deben tener una separación mínima de 1,8 m.

D. Altura de conductores y partes vivas de equipo, sobre el suelo, agua y vías férreas

922-40. Aplicación. Estos requisitos se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores desnudos y cables aislados de líneas aéreas, con respecto al suelo, al agua y a la parte superior de rieles, así como a la altura mínima de partes vivas de equipo sobre el suelo.

922-41 Alturas básicas para conductores. Las alturas básicas deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla 922-41, y se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Temperatura en los conductores de 50°C.

b) Flecha final, en reposo.

922-42 Alturas adicionales para conductores. Las alturas que se indican en la Tabla 922-41 no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los indicados en la Sección 922-31(d) y la temperatura del conductor no exceda de 50°C.

a) Tensión eléctrica mayor que 50 kV a tierra. Para tensiones eléctricas entre 50 y 470 kV, la altura básica de conductores debe incrementarse 1,0 cm por cada kV en exceso de 50.

Excepción: En cruzamientos sobre vías de ferrocarril en la Zona I, debe aplicarse a la altura un incremento de 1,5 cm por cada metro del claro en exceso de 75 m.

Los incrementos anteriores no requieren ser mayores que el resultado de la diferencia aritmética entre las flechas finales calculadas para el claro, en reposo y temperaturas en el conductor de 50°C y 15°C,

922-43. Altura de partes vivas de equipo instalado en estructuras

a) Altura básica mínima. La altura mínima sobre el suelo, de partes vivas no protegidas de equipo, se indica en la Tabla 922-43.

b) Altura adicional. Para tensiones eléctricas mayores a 22 kV, la altura básica anterior debe incrementarse 1,0 cm por cada kV en exceso de 22.

TABLA 922-41.- Altura mínima de conductores sobre el suelo, agua o vías férreas (m)(1)

Superficie bajo los conductores	Cables para retenidas, mensajeros, guarda o neutros (2)	Conductores para comunicación		Conductores suministradores					
				Aislados		Línea abierta		Trolebuses, trenes eléctricos y sus mensajeros	
		Aislados	Desnudo	Hasta 750 V	Mayor que 750 V	Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV	Hasta 750 V (4)	Mayor que 750 V a 22 kV
Vías férreas (excepto trenes eléctricos)	7,2	7,2	7,3	7,3	7,5	7,5	8,1	6,7	6,7
Con tránsito de vehículos(7) (8) o maquinaria agrícola	4,7	4,7	4,9	4,9	5,0	5,0	5,6	5,5	6,1
Sin tránsito de vehículos	2,9	2,9	3,6	3,6 (6)	3,8	3,8	4,4	4,9	5,5
Aguas sin navegación	4,0	4,0	4,4	4,4	4,6	4,6	5,2	--	--
Aguas navegables(9)	Incluyendo(10) ríos, lagos, presas y canales con un área sin obstrucción. Donde exista navegación con botes de vela aumentar 1,5 m								
a. Hasta 8 ha	5,3	5,3	5,5	5,5	5,6	5,6	6,2	--	--
b. Mayor a 8 hasta 80 ha	7,8	7,8	7,9	7,9	8,1	8,1	8,7	--	--
c. Mayor a 80 hasta 800 ha	9,6	9,6	32,0	32,0	9,9	9,9	10,5	--	--
d. Más de 800 ha	11,4	11,4	11,6	11,6	11,7	11,7	12,3	--	--

Notas:

(1) Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d).

(4) En pasajes subterráneos, túneles o puentes, puede reducirse la altura sobre el piso o vías, indicada en esta columna.

(6) Esta altura puede reducirse a 3,0 m para los cables aislados con tensión eléctrica hasta de 150 V a tierra, localizados a la entrada de edificios.

(7) Para conductores de comunicación, aislados o los descritos en la nota 2, cuando crucen o su trayectoria sea a lo largo de callejones, entradas a cocheras o estacionamientos, esta altura puede reducirse a 4,5 m.

(8) Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, entre otros, debidos a mantenimiento.

(9) La altura de los conductores sobre el nivel del agua debe basarse en el más alto nivel histórico que haya alcanzado el agua. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1 600 m de río o canal, que incluya al cruce.

(10) En cruzamientos sobre aguas navegables, se debe tener en cuenta, además, lo establecido en la reglamentación en materia de navegación.

TABLA 922-43.- Altura sobre el suelo de partes vivas de equipo instalado en estructuras (m)(1)

Superficie bajo las partes energizadas	Equipo efectivamente conectado a tierra	Equipos no puestos a tierra conectados a circuitos		Partes vivas rígidas no protegidas	
		Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV	Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV
1. Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales, así como terrenos sujetos al paso de vehículos de cualquier tipo	4,6	4,9	5,5	4,9	5,5
2. Espacios no transitados por vehículos	4,45(2)	4,45	4,45	4,45	4,45

Notas:

(1) Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Esta altura puede reducirse a 3,0 m para las partes vivas y puntas de cables aislados como los descritos en la Sección 922-4(b)(2) y 922-4(b)(3), de hasta 150 V a tierra, localizadas a la entrada de edificios.

E. Separación de conductores a edificios, puentes y otras construcciones

922-51. Aplicación. Estos requisitos se refieren a la separación de los conductores desnudos y cables aislados de una línea, con respecto a edificios, puentes, estructuras de una segunda línea próxima u otras construcciones.

922-52. Consideraciones. Las separaciones básicas horizontal y vertical de edificios, construcciones o anuncios, se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Separación horizontal. Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento a una presión de 29 kg/m^2 con flecha final y a 16°C. Esta presión de viento puede reducirse a 19 kg/m^2 en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. El desplazamiento del conductor debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre.

b) Separación vertical

1) Temperatura en los conductores de 50°C, con flecha final, sin deflexión por viento.

2) Claros básicos como se indica a continuación:

- Hasta de 75 m para la Zona de carga I (véase 922-82).

- Hasta de 100 m para todas las otras zonas.

c) Transición entre separaciones horizontal y vertical. Debe mantenerse la distancia resultante de proyectar como radio la separación vertical sobre la separación horizontal. Ver figura 922-54.

922-53. Separación de conductores a estructuras de otras líneas. Los conductores de una línea que pasen próximos a una estructura de una segunda línea, deben estar separados de cualquier parte de esta estructura por distancias mínimas siguientes:

a) Separación horizontal de 1,50 m para tensiones eléctricas hasta 50 kV a tierra.

b) Separación vertical de 1,40 m para tensiones eléctricas menores a 22 kV, y de 1,70 m para tensiones entre 22 kV y 50 kV a tierra.

Excepción: Cuando la tensión eléctrica no excede de 300 V a tierra y los cables son de los tipos mencionados en 922-4(b), las separaciones vertical y horizontal pueden ser reducidas a un mínimo de 0,6 m y 0,90 m respectivamente medidas a 15°C sin deflexión por viento.

922-54. Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes

a) Cuando los edificios pasen de 3 pisos o 15 m de altura, se recomienda que los conductores dejen un espacio libre de cuando menos 1,8 m entre el conductor más cercano y el edificio, con objeto de facilitar la colocación de escaleras en casos de incendio.

Excepción: Este requisito no se aplica cuando por limitaciones de espacio no es posible ubicar los conductores suministradores en otra disposición.

Por otra parte, las estructuras de la línea deben estar separadas de las tomas de agua contra incendio por una distancia mínima de 1 m.

b) La separación de los conductores a la superficie de los edificios y otras construcciones tales como anuncios, chimeneas, antenas y tanques de agua, debe ser la indicada en la Tabla 922-54.

c) Cuando la separación anterior no pueda lograrse, los conductores eléctricos deben protegerse o aislarse para la tensión eléctrica de operación.

Los cables descritos en 922-4(b)(1), se consideran como protegidos para los efectos de este requisito.

d) Para conductores eléctricos fijados a edificios, véase 922-18.

TABLA 922-54.- Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes (m)[(1)]

Separaciones	Retenidas, mensajeros, cables de guarda y	Conductores de comunicación		Conductores suministradores		Partes vivas rígidas sin protección
		Aislados	Sin aislar	Aislados	Línea abierta	

	neutros[2]			**De 0 a 750 V**	**Más de 750 V**	**De 0 a 750 V**	**Más de 750 V a 22 kV**	**De 0 a 750 V**	**Más de 750 V a 22 kV**
En edificios									
Horizontal									
A paredes	1,40	1,40	1,50	1,40	1,70[3]	1,70[3]	2,30[4]	1,50	2,00[4]
A ventanas	1,40	1,40	1,50	1,40	1,70[3]	1,70[3]	2,30[4]	1,50	2,00
A balcones y áreas accesibles a personas [5]	1,40	1,40	1,50	1,40	1,70	1,70	2,30	1,50	2,00
Vertical									
Arriba o abajo de techos y salientes no accesibles a personas [5]	0,90	0,90	3,0	0,90	3,2	3,2	3,8	3,0	3,6
Balcones, arriba o abajo de techos y salientes accesibles a personas [5]	3,2	3,2	3,4	3,2	3,5	3,5	4,1	3,4	4,0
Sobre techos accesibles a automóviles	3,2	3,2	3,4	3,2	3,5	3,5	4,1	3,4	4,0
Sobre techos accesibles a vehículos para carga	4,7	4,7	4,9	4,7	5,0	5,0	5,6	4,9	5,5
Anuncios, chimeneas, antenas y tanques con agua									
Horizontal	0,90	0,90	1,50	0,90	1,70(3)	1,70(3)	2,30(4)	1,50	2,00(4)
Vertical (arriba o abajo)	0,90	0,90	1,70	0,90	1,80	1,80	2,45	1,70	2,30

Notas:

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos puestos a tierra y entre fases para circuitos no conectados a tierra.

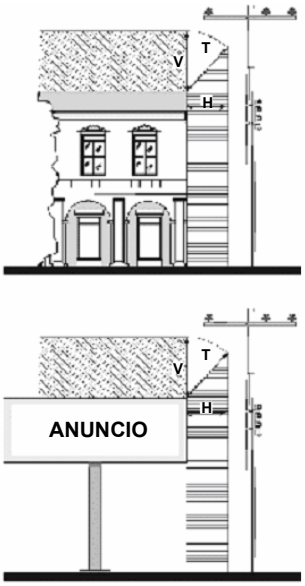
(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d). Los cables eléctricos aislados son los descritos en la Sección 922-4(b)(1) de cualquier tensión, así como los descritos en la Sección 922-4(b)(2) y 922-4(b)(3), en tensiones de 0 a 750 V.

(3) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1,0 m.

(4) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1,50 m. En esta condición el claro interpostal máximo debe ser de 50 m.

(5) Un techo, balcón o área es considerada accesible a personas, si el medio de acceso es a través de una puerta, rampa o escalera permanente.

(6) Ver figura 922-54



LIBRAMIENTOS

H horizontal

V vertical

T transición

FIGURA 922-54

922-55. Separación de conductores a puentes

a) Separaciones básicas. Los conductores eléctricos que pasen abajo, arriba o cerca de un puente, deben tener separaciones vertical y horizontal no menores a las indicadas en la Tabla 922-55.

Excepción: Este requisito no se aplica a retenidas, mensajeros, cables de guarda, neutros como los descritos en 922-4(d) y cables aislados.

b) Protección de conductores alimentadores de trolebús ubicados abajo de puentes. Debe colocarse una protección aislante para evitar que en caso de que se zafe el trole del transporte haga contacto simultáneamente con el conductor alimentador y la estructura del puente.

TABLA 922-55.- Separación de conductores suministradores a puentes (m)(1)

Separaciones	Conductores de comunicación no aislados	Conductores suministradores				Partes vivas rígidas no protegidas	
		Aislados		Línea abierta			
		0 a 750 V(2)	Más de 750 V	Hasta 750 V(2)	Más de 750 V a 22 kV	Hasta 750 V	Más de 750 V a 22 kV
Separación sobre puentes(3)							
Fijos al puente	0,90	0,90	1,07	1,07	1,70	0,90	1,50
No fijos al puente	3,0	3,0	3,2	3,2	3,80	3,0	3,6
Separación lateral, abajo o dentro de la estructura del puente							
a. Partes del puente accesibles, incluyendo salientes y paredes.(3)							
Fijos al puente	0,90	0,90	1,07	1,07	1,70	0,90	1,50
No fijos al puente	1,50	1,50	1,70	1,70	2,30	1,50	2,00
b. Partes del puente(4) no accesibles							
Fijos al puente	0,90	0,90	1,07	1,07	1,70	0,90	1,50
No fijos al puente	1,20	1,20	1,40	1,40	2,00	1,20	1,80

Notas:

(1) Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los cables aislados a que se refiere este renglón son los descritos en 922-4(b)(2) y (b)(3), y los conductores neutros son los descritos en (d) de la misma Sección.

(3) Cuando la línea esté sobre lugares transitados, ya sea encima o cerca del puente, se aplican también los requisitos indicados en 922-40.

(4) Los apoyos de puentes de acero, hechos sobre pilares de ladrillo, concreto o mampostería, que requieran acceso frecuente para inspección, deben considerarse como partes fácilmente accesibles.

922-56. Separaciones adicionales. Las separaciones adicionales son las indicadas a continuación:

a) Tensiones eléctricas mayores a 22 kV (a tierra). Para tensiones eléctricas entre 22 kV y 470 kV, las separaciones horizontal y vertical deben incrementarse 1,0 cm por cada kV en exceso de 22 kV.

b) Claros mayores al claro básico. Cuando la temperatura máxima de diseño del conductor sea de 50°C o menor, y el claro sea mayor que 100 m (o 75 m en la Zona de carga I), debe aplicarse a la separación vertical un incremento de 1,0 cm por cada m en exceso de 100 m (o 75 m en la Zona de carga I) del claro. Este incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales calculadas para el claro del conductor sin deflexión por viento a 15°C y 50°C.

Excepción: Las separaciones no requieren incrementarse cuando los claros sean iguales o menores a 100 m (75 m en la zona de carga I) y la temperatura del conductor no exceda de 50°C.

Para claros a nivel, cuando la separación no se localice a la mitad del claro, el incremento anterior puede reducirse multiplicando por los siguientes factores:

Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana, en por ciento de la longitud del claro	Factor
5	0,19
10	0,36
15	0,51
20	0,64
25	0,75
30	0,84
35	0,91
40	0,96
45	0,99
50	1,00
Nota: Interpólese para valores intermedios.	

F. Distancia horizontal de estructuras a vías férreas, carreteras y agua

922-61. Aplicación. Estos requisitos se refieren a las distancias mínimas que deben guardar las estructuras de líneas aéreas, incluyendo sus retenidas y anclas, a vías férreas, carreteras y aguas navegables. Las distancias deben considerarse en forma horizontal y se establecen sólo desde el punto de vista de seguridad. Independientemente, deben observarse las disposiciones vigentes en materia de derechos de vía.

922-62. Distancias mínimas a vías férreas y carreteras. Cuando las líneas aéreas estén paralelas o crucen vías férreas o carreteras, las estructuras deben instalarse en el límite del derecho de vía del ferrocarril o carretera de que se trate. En ningún caso la distancia desde cualquier parte de una estructura al riel más cercano, o al límite exterior del acotamiento más próximo, debe ser menor que 3,50 m.

922-63. Distancia horizontal a agua.

a) Aguas navegables Se recomienda que la distancia horizontal de las estructuras al límite más cercano de la zona de navegación de ríos, lagos y canales, sea mayor que la altura de las estructuras.

b) Aguas no navegables. Para ríos y arroyos las estructuras se deben de colocar a 20 m mínimo del límite máximo histórico que alcance el espejo del agua.

G. Derecho de vía

922-71. Aplicación. Estos requisitos aplican al derecho de vía o de paso, que deben tener las líneas aéreas en campo abierto y en zona urbana.

Los derechos de vía están reglamentados por la Ley Federal General de las Vías de Comunicación y las servidumbres de paso por el Código Civil de la Federación y/o de los estados.

El derecho de vía es una faja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión eléctrica de operación.

922-72. Distancia mínima horizontal de conductores al límite del derecho de vía. La distancia horizontal mínima del conductor más cercano al límite del derecho de vía de la línea, debe ser determinada de conformidad con lo indicado en 922-52, 922-54 y 922-56.

El ancho mínimo del derecho a vía será igual al doble de la suma de: la distancia del eje longitudinal de la línea al conductor extremo sin deflexión por viento, el desplazamiento lateral del conductor extremo por efecto del viento y la separación horizontal a que se refiere el párrafo anterior.

922-73. Vegetación dentro del derecho de vía de líneas.

Cuando se siembren árboles dentro del derecho de vía, deben ser de especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol y la línea existente.

a) La poda de árboles debe efectuarse antes de que represente un riesgo para los habitantes y la continuidad del servicio eléctrico. La responsabilidad de efectuar los trabajos de poda en áreas urbanas es de los municipios y en áreas rurales es de los propietarios de los predios. En caso de que se requiera, la empresa eléctrica suministradora puede efectuar la poda necesaria y/o conveniente. En ambos casos se debe cumplir con la normatividad aplicable vigente.

b) La brecha debe cumplir con la norma NOM-114-ECOL atendiendo los trámites requeridos por las autoridades correspondientes.

922-74. Instalaciones dentro del derecho de vía. Para la protección del público y para la operación confiable de las líneas aéreas de servicio público, dentro del área que ocupa el derecho de vía no deben existir anuncios, obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza.

De lo anterior se exceptúan los obstáculos en zonas urbanas que son necesarios para la prestación de los servicios públicos, como instalaciones eléctricas y de alumbrado, líneas de comunicación y de señalización, cumpliendo con las separaciones y requisitos de esta norma.

H. Cargas mecánicas en líneas aéreas

922-81. Disposiciones generales. Las líneas aéreas deben tener resistencia mecánica para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas (ver 922-82), más los factores de sobrecarga establecidos en la Tabla 922-93. Según el lugar en que se ubique cada línea, con los factores de sobrecarga adecuados. En cada caso deben investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas que prevalezcan en el área en que se localice la línea.

En aquellas regiones del país donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas más severas que las aquí indicadas, por mayor espesor de hielo, menor temperatura o mayor velocidad del viento, las instalaciones deben proyectarse tomando en cuenta estas condiciones extras de carga, conservando los factores de seguridad para la sobrecarga correspondientes.

De no realizarse un análisis técnico detallado, que demuestre que pueden aplicarse cargas mecánicas menores, no deben reducirse las indicadas en esta Parte de la norma.

922-82. Zonas de cargas mecánicas. Con el propósito de establecer las cargas mínimas que deben considerarse para el cálculo mecánico de líneas aéreas, el país se ha dividido en seis zonas de carga que se indican en el mapa de la Figura 922-82 y se describen a continuación:

Zona I. Región Norte (Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y parte de Sonora y Durango).

Zona II. Región Centro Norte (Aguascalientes y parte de Zacatecas, Durango y San Luis Potosí).

Zona III. Región Centro Sur (parte de Oaxaca y Chiapas).

Zona IV. Región Central (Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos y parte de Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Guerrero).

Zona V. Región Costera (Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Colima, Tamaulipas, Tabasco, Campeche, Yucatán y parte de Quintana Roo, Sonora, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Veracruz).

Zona VI. Región Especial (parte de Oaxaca, Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo).

Si una línea aérea cruza dos o más zonas de carga, debe soportar las cargas correspondientes a dichas zonas.

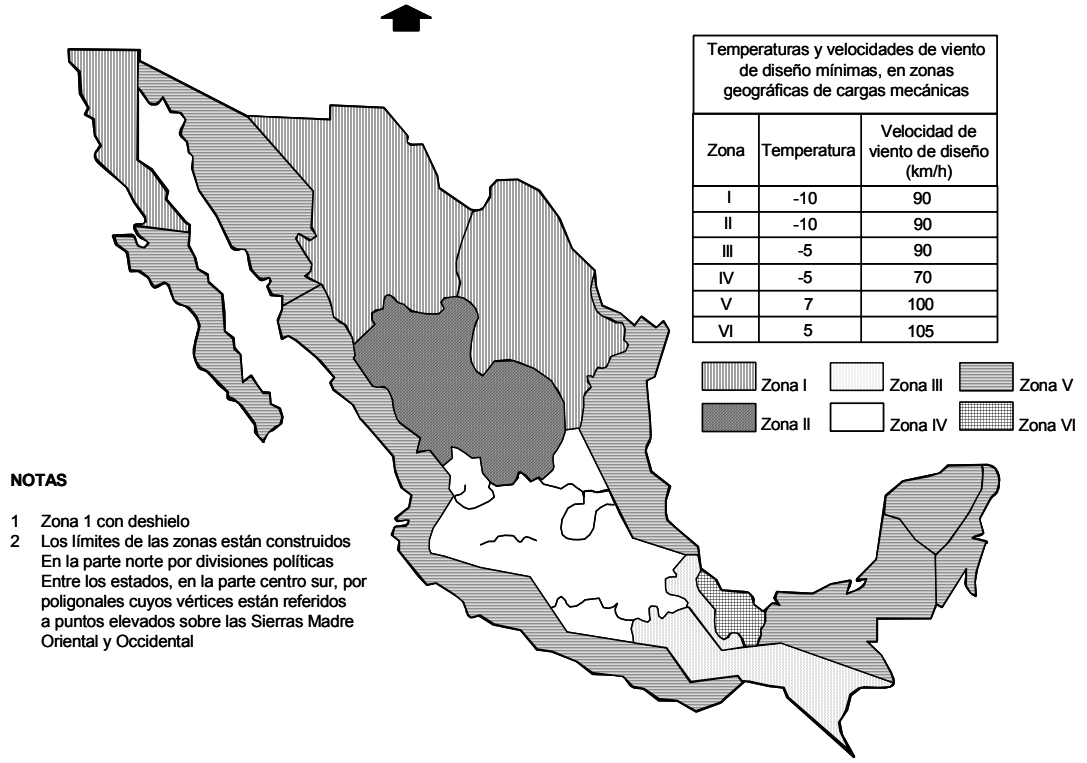


FIGURA 922-82.- Cálculo de cargas mecánicas

922-83. Cálculo de cargas mecánicas. Las líneas aéreas deben cumplir con los valores de la siguiente tabla, que corresponden a condiciones meteorológicas mínimas de diseño para las diferentes zonas de carga mecánica (ver mapa de la Figura 922-82).

TABLA 922-83.- Condiciones meteorológicas para el cálculo de cargas mecánicas

Zona de carga mecánica	Temperatura Mínima (°C)	Velocidad de viento de diseño (km/h)	Espesor de la capa de hielo sobre (mm)	
			Cables	Componentes horizontales
I	-10	90	6	8
II	-10	90	-	-
III	-5	90	-	-
IV	-5	70	-	-
V	7	100	-	-
VI	5	105	-	-

Para altitudes mayores a 2 500 m, debe investigarse respecto a depósitos de hielo en cables y estructuras.

Para cualquiera de las zonas (excepto la Zona I), pueden considerarse los espesores de hielo de la Zona I, con una temperatura de -5°C.

El peso del hielo se considera de 913 kg/m^3

922-84. Presión de viento. La presión del viento sobre las líneas aéreas se debe calcular, según la superficie de que se trate, por medio de las siguientes ecuaciones:

a) Sobre conductores. Superficies de alambres y cables $P = 0{,}00482\ V^2$

b) Sobre estructuras. Se debe considerar que la ráfaga de viento cubre totalmente la estructura, aplicando un factor de 1,3 a la velocidad de diseño. Para estructuras metálicas (torres)), se debe aplicar adicionalmente un factor de arrastre de 1,6 a la presión de viento.

Las ecuaciones aplicables resultan:

Superficies cilíndricas (postes) $P = 0{,}00815\ V^2$

Superficies planas (torres) $P = 0{,}0130\ V^2$

Donde "P" es la presión de viento, en kg/m^2 del área resultante del producto del claro medio horizontal por el diámetro del conductor y "V" es la velocidad de viento de diseño, en km/h.

Al aplicar los valores de la velocidad de viento de diseño de la Tabla 922-83 a las ecuaciones resultan los valores de presión de viento para diseño de la Tabla 922-84.

Los valores de presión de viento de la Tabla 922-84, son válidos para líneas con estructuras de 30 m de altura máxima. Para alturas mayores, multiplicar los valores de presión de viento por el factor indicado en la Tabla 922-84(a).

TABLA 922-84.- Presiones de viento mínimas para diseño de estructura

Zona de Carga Mecánica	Velocidad de viento de diseño km/h	Presión del viento en kg/m^2, sobre superficies de:		
		Cables	Estructuras	
			Cilíndricas (postes)	De celosía (torres)
I, II y III	90	39	66	105
IV	70	24	40	64
V	100	48	81	130
VI	105	53	90	143

TABLA 922-84(a).- Factor de incremento de presión de viento por altura de estructura

Altura en m	Factor
30 o menos	1,00
50	1,08
75	1,18
100	1,28
150	1,49
Nota: Para valores intermedios de altura puede interpolarse linealmente.	

922-85. Cargas en los cables.

La carga total para calcular la tensión mecánica máxima de los cables, es igual que el resultado de la suma del peso del cable más la fuerza producida por el viento actuando horizontalmente y en ángulo recto con la línea, a la temperatura y velocidad de viento indicadas en la Tabla 922-83.

En caso de existir carga de hielo en la zona, debe calcularse para una presión de viento de 20 kg/m^2 sobre conductores con hielo, debiéndose tomar la mayor tensión mecánica que resulte entre este valor y el resultante con la máxima velocidad de viento sin hielo.

922-86. Cargas en las estructuras y en sus soportes. Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas soportes de los conductores, conductores y en cables de guarda, se calculan como sigue:

a) Carga vertical. La carga vertical sobre cimientos, postes, torres, crucetas, alfileres, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda, se debe considerar como el peso propio de éstos, más el de los conductores, cables de guarda y equipo que soporten (y, en su caso, carga de hielo), teniendo en cuenta además los efectos que pueden resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos.

La carga vertical sobre un soporte debida a los conductores o cables de guarda, se calculan multiplicando el claro vertical por el peso unitario del cable correspondiente.

b) Carga transversal de viento. La carga transversal sobre la estructura debida al viento sobre los conductores y cables de guarda se calcula multiplicando el claro medio horizontal por el diámetro del conductor por la presión del viento.

La carga transversal sobre estructuras de celosía (torres) de sección transversal cuadrada o rectangular, debe calcularse en función del área expuesta de una cara, más 50% de la misma área expuesta. El porcentaje anterior puede substituirse por otro basado en cálculos más precisos, o por el que se determine mediante pruebas reales.

La carga transversal sobre postes debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento.

La carga transversal sobre estructuras de deflexión es igual al producto de la suma vectorial de las cargas transversales en los conductores y cables de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea, más la carga debida a la acción del viento actuando perpendicularmente sobre todos los cables y sobre la estructura.

Para el cálculo más exacto de la carga debida a la acción del viento en estructuras de deflexión, debe considerarse la superficie proyectada de los cables perpendicular a la dirección del viento.

c) Carga longitudinal.

Para líneas aéreas hasta de 34,5 kV, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes entre tramos rectos de línea, excepto en el caso de estructuras de remate.

d) Carga longitudinal por ruptura de cables. Para líneas de tensiones eléctricas hasta de a 34,5 kV, no es necesario considerar la ruptura de conductores. En líneas con tensiones eléctricas mayores a 34,5 kV, deben considerarse las hipótesis siguientes:

1) Estructuras hasta con seis conductores y con uno o dos cables de guarda: considerar la ruptura de un cable de guarda o del conductor o conductores de una fase en la posición más desfavorable.

2) Estructuras con más de seis y hasta doce conductores y con dos cables de guarda: considerar la ruptura de un cable de guarda o de dos conductores de la fase en la posición más desfavorable.

En tramos rectos de línea con conductores soportados por aisladores de suspensión, la carga es igual que el producto de la tensión mecánica máxima del conductor o conductores rotos, multiplicada por un factor de 0,70 cuando existe un conductor por fase y de 0,50 cuando son dos o más conductores por fase. Cuando la ruptura ocurre en los cables de guarda en cualquier tipo de estructura, así como la de los conductores en las estructuras de remate o de deflexión, la carga es igual que 100% de la tensión mecánica máxima.

e) Aplicación simultánea de cargas. Para obtener la resistencia debida a la aplicación de cargas, debe considerarse lo siguiente:

1) Líneas de tensiones hasta de 34,5 kV

- Para calcular la resistencia transversal se debe considerar las cargas vertical y transversal actuando simultáneamente.

- Para calcular la resistencia longitudinal debe considerarse solamente la carga longitudinal.

2) Líneas de tensiones eléctricas mayores a 34,5 kV

- Para calcular la resistencia mecánica se deben considerar las cargas vertical, transversal y longitudinal actuando simultáneamente.

Excepción: En el caso de ruptura de cables en estructuras tipo H semiflexibles, donde deben considerarse solamente las cargas vertical y longitudinal actuando simultáneamente.

I. Clases de construcción en líneas aéreas

922-91. Disposiciones generales. Los materiales empleados en la construcción y mantenimiento de líneas deben cumplir con los factores de sobrecarga y otros requisitos de 922-93 a 922-94, según el grado de resistencia mecánica requerida.

922-93. Requisitos de materiales y componentes. Los materiales empleados en las líneas aéreas, según la clase de construcción, deben cumplir con los requisitos de seguridad que se citan a continuación:

a) Conductores

1) Tamaño nominal mínimo. Los conductores eléctricos mínimos a utilizar deben tener una resistencia nominal a la ruptura y un diámetro exterior equivalente a los conductores de cobre semiduro indicados a continuación en la Tabla 922-93(a)(1).

TABLA 922-93 (a)(1).- Tamaño nominal mínimo de conductores de cobre

Conductores:	Tamaño nominal mm^2 (AWG)	
	Clase A	Clase B
Eléctricos		
Línea abierta	13,3 (6)	8,37(8)
Acometidas de hasta 750 V a tierra	3,31 (12)	3,31 (12)
De comunicación en claros máximos de 50 m	5,26 (10)	3,31 (12)

Los conductores deben ser resistentes a la corrosión que pueda provocar el ambiente donde se instalen.

2) Flechas y tensiones. La tensión mecánica máxima del conductor no debe ser mayor que el 60% de su resistencia nominal a la ruptura, bajo las condiciones de cargas mecánicas indicadas en la Parte H de este Artículo, para la zona en que se instale.

Adicionalmente, la tensión inicial del conductor no debe exceder de 35% de la resistencia nominal a la ruptura del conductor y la tensión final no debe exceder de 25%; ambos a 15°C sin carga de viento y hielo.

3) Empalmes, derivaciones y accesorios de remate

a. Los empalmes sujetos a tensión mecánica deben tener igual o mayor resistencia mecánica que la del conductor en que se instale.

b. Las derivaciones no deben debilitar la resistencia mecánica de los conductores en el punto de conexión.

c. Los accesorios de remate y los herrajes de sujeción deben soportar la tensión máxima resultante de la aplicación de las cargas indicadas en la Parte H de este Artículo, multiplicadas por un factor de sobrecarga de 1,65.

b) Cables de guarda de acero galvanizado

1) Flechas y tensiones. La tensión mecánica del cable no debe ser mayor que 50% de su resistencia nominal a la ruptura, bajo las condiciones de carga mecánica indicadas en la parte H de este artículo para la zona donde se instale.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 0°C sin carga de viento ni hielo, no debe exceder los porcentajes de la resistencia nominal a la ruptura del cable, siguientes:

TABLA 922-93b(1).- Tensión mecánica máxima del cable de acero a 0°C sin carga de viento o hielo

Tensión	Alta resistencia mecánica	Extra-alta resistencia mecánica
inicial sin carga	25%	20%
final sin carga	25%	20%

2) Empalmes y accesorios de remate. Debe aplicarse lo indicado en las Secciones 922-93(a)(3a) y 922-93(a)(3c) anteriores.

c) Mensajeros. Los mensajeros deben ser cableados y su tensión mecánica máxima no debe ser mayor que el 60% de su resistencia nominal a la ruptura, bajo las cargas mecánicas indicadas en la Parte H de este Artículo, para la zona de que se trate.

d) Alfileres, amarres y herrajes. Los alfileres, amarres y herrajes deben resistir las cargas longitudinales indicadas en 922-86, con los factores de sobrecarga establecidos y además no deben sufrir deformación permanente.

e) Crucetas. Deben resistir las cargas descritas en 922-86, con los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 922-93. Además, deben cumplir con los requisitos siguientes:

1) Resistencia vertical. Deben resistir una carga adicional de 100 kg aplicada en su extremo más alejado. Para lograr esta disposición se puede hacer uso de tirantes u otros miembros auxiliares. Si las crucetas forman parte integral de las estructuras metálicas, deben aplicarse los factores de sobrecarga correspondientes a éstas.

2) Resistencia longitudinal. Deben resistir una tensión del conductor más alejado del centro del soporte (mínimo a 250 kg), con temperatura mínima y claros máximos a 70 m para tensiones eléctricas hasta de 34,5 kV. Para tensiones eléctricas mayores a 34,5 kV, deben resistir la carga longitudinal por ruptura de cables descrita en 922-86(d), con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 922-93, aplicados a la tensión mecánica máxima de los cables.

3) Crucetas dobles. Deben usarse en estructuras para cruzamientos sobre ferrocarriles, cuando se usen aisladores tipo alfiler.

f) Postes y estructuras. Deben resistir las cargas especificadas en 922-86, con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 922-93 y cumplir con los requisitos siguientes:

1) Postes de madera. Deben ser aprobados para el uso asignado.

2) Postes y estructuras de acero. El espesor de acero debe ser de 4,0 mm mínimo. Cuando la aleación del acero no contenga elementos que la hagan resistente a la corrosión, se debe proteger con una capa exterior de pintura o metal anticorrosivo.

3) Postes de concreto. Deben ser de concreto reforzado o concreto preesforzado.

g) Retenidas. Los factores de sobrecarga, se indican en la Tabla 922-93.

h) Cimentaciones. Las cargas que se indican en 922-86 multiplicadas por los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 922-93, deben aplicarse a la estructura y las cimentaciones deben soportar las cargas que les transmite la estructura, además verificar la cimentación de acuerdo al tipo de suelo.

i) Pruebas. Las estructuras y sus componentes deben someterse a pruebas para verificar su resistencia mecánica y garantizar su buen funcionamiento.

TABLA 922-93.- Factores de sobrecarga mínimos para cada clase de construcción de líneas

Elemento de estructura	Esfuerzo mecánico	Tensión eléctrica o tipo estructura	Material	Factor de sobrecarga			
				Ruptura de cables			
				SI	NO	SI	NO
				Clase A		Clase B	
Crucetas	Sobrecarga vertical	(hasta 34,5 kV)	Madera	2,0		2,0	
		(hasta 34,5 kV)	Acero	1,5		1,3	
		(Más de 34,5 kV)	Madera	-		-	
			Acero	1,3		-	
	Sobrecarga transversal	General	Madera	1,0	2,5	-	2,0
			Concreto	1,0	2,0	-	1,7
			Acero	1,2	1,8	-	1,5
		Deflexiones y remates	Madera	1,0	2,0	-	1,7
			Concreto	1,0	1,8	-	1,5
			Acero	1,2	1,8	-	1,5
	Sobrecarga longitudinal	Más de 34,5	Acero	1,0	1,6	-	-
Postes y torres	Sobrecarga vertical		Madera	2,8	3	-	2
			Concreto	2,3	2,5	-	1,7
			Acero	1,2	1,3	-	1,1
	Sobrecarga transversal	General	Madera	1	2,5	-	2,0
			Concreto	1	2	-	1,7
			Acero	1,2	1,8	-	1,5
		Deflexiones y remates	Madera	1	2	-	1,7
			Concreto	1	1,8	-	1,5
			Acero	1,2	1,8	-	1,5
	Sobrecarga longitudinal	General	Madera	1	-	-	-
			Concreto	1	-	-	-
			Acero	1,2	-	-	-
		Deflexiones y remates	Madera	1	2	-	1,7
			Concreto	1	1,8	-	1,5
			Acero	1,2	1,6	-	-
Retenidas	Carga transversal	Suspensión		2,5		2,0	
		Deflexiones y remates		1,5		1,2	

Nota: Los factores para madera y concreto están basados en la resistencia a la ruptura y para el acero en su límite de fluencia.

922-94. Clase de construcción requerida para líneas aéreas. Debe ser la indicada en la Tabla 922-94 de acuerdo a la tensión eléctrica la línea y a los lugares por donde pase o cruce. Ver tabla 922-93 para la definición de las Clases A y B.

TABLA 922-94.- Clase de construcción requerida para líneas aéreas

Superficie o líneas en los niveles inferiores	Líneas aéreas sobre terrenos o en los niveles superiores			
	Hasta 15 kV	Más de 15 kV hasta 34,5 kV		Más de 34,5 kV
	Zona urbana o rural	Zona urbana	Zona rural	Zona urbana o rural
Cruce sobre terrenos con				
Calles, carreteras, caminos y campo abierto	B	B	B	A
Carreteras principales, autopistas, vías férreas y aguas navegables	B	A	B	A
Cruce con líneas en niveles inferiores				
Líneas de comunicación	A	A	A	A
Líneas eléctricas				
Hasta 15kV	B	A	A	A
Más de15 kV hasta 34,5 kV	-	A	A	A
Más de 34,5 kV	-	-	-	A

Notas:
1. Las tensiones eléctricas son entre fases
2. En cruzamientos de líneas, la construcción de la línea superior debe ser igual o mayor que la de la línea inferior.

J. Retenidas

922-101. Disposiciones generales

a) En postes de madera y de concreto se debe considerar que las retenidas llevan la resultante de la carga total en la dirección en que actúen.

b) En líneas que crucen sobre vías férreas, las estructuras adyacentes deben resistir las cargas transversal y longitudinal señaladas en la parte H de este Artículo, con el factor de sobrecarga que corresponda a la clase "A" de construcción. Para cumplir este requisito se pueden utilizar retenidas transversales y longitudinales opuestas a la vía.

c) Para mantener los cables en la posición correcta y/o proteger el poste se requiere instalar herrajes aprobados para este fin.

d) El cable de acero, herrajes y aisladores deben tener una resistencia mecánica igual o mayor que el cable de la retenida.

e) En lugares expuestos al tránsito de vehículos y peatones, el extremo anclado de todas las retenidas fijadas al piso, debe tener un resguardo visible y resistente al impacto de 2,0 m de longitud.

922-102. Aisladores para retenidas (en líneas de distribución)

a) Resistencia mecánica. Los aisladores para retenidas deben tener resistencia mecánica a la compresión igual o mayor que el cable de la retenida.

b) Tensión eléctrica de flameo. La tensión eléctrica de flameo en seco de los aisladores debe ser como mínimo el doble de la tensión eléctrica nominal entre fases de la línea y la de flameo en húmedo, como mínimo igual que la tensión nominal.

c) Uso de aisladores en retenidas

1) Los aisladores deben instalarse a una altura menor que 2,50 m del nivel del piso.

2) Cuando una retenida no esté efectivamente conectada a tierra y pase cerca de conductores o partes descubiertas energizadas a más de 300 V, debe instalarse aislamiento en ambos lados de manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas, quede aislado. Véase 922-9(c), referente a puesta a tierra de retenidas.

3) Para retenidas instaladas en líneas suministradoras abiertas de 0 a 300 V debe instalarse un aislador aprobado, o bien conectarse a tierra como se establece en 921-21(b).

922-105. Puesta a tierra

Para disposiciones de puesta a tierra, véase el Artículo 921.

ARTICULO 923-LINEAS SUBTERRANEA

A. Instalación y aplicación de cables subterráneos en la vía pública

923-1. Objetivo y Campo de aplicación. Este Artículo contiene requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones subterráneas para redes eléctricas de comunicación y sus equipos asociados, para salvaguardar a las instalaciones y a las personas durante la instalación, operación y mantenimiento, conservando o mejorando el entorno ecológico del lugar donde se lleven a cabo.

Esta Parte A aplica a instalaciones subterráneas en la vía pública, las cuales deben estar en conformidad con las normas de la compañía suministradora y con las disposiciones establecidas en los siguientes párrafos.

923-2. Definiciones

Banco de ductos: Conjunto formado por dos o más ductos.

Bóveda: Recinto subterráneo de amplias dimensiones, accesible desde el exterior, donde el personal puede ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento de cables, accesorios y equipos.

Obra civil para instalaciones subterráneas: Es la combinación de ducto, bancos de ductos, registros, pozos, bóvedas y cimentación de subestaciones que forman la obra civil para instalaciones subterráneas.

Ducto: Canal cerrado (o tubo) que se utiliza para alojar uno o varios cables.

Empalme: Unión destinada a asegurar la continuidad eléctrica entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

Equipo subterráneo: El diseñado y construido para quedar instalado dentro de pozos o bóvedas y el cual debe ser capaz de soportar las condiciones de operación.

Equipo sumergible: Aquel equipo hermético que por características de diseño puede estar inmerso en cualquier tipo de agua en forma intermitente.

Equipo tipo pedestal: Aquel que está instalado sobre el nivel del terreno, en una base con cimentación adecuada y que forma parte de un sistema eléctrico subterráneo.

Línea subterránea: Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos o bancos de ductos.

Pozo: Recinto subterráneo accesible desde el exterior al personal para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento de equipos, cables y sus accesorios.

Registro: Recinto subterráneo de dimensiones reducidas donde está instalado equipo, cables y accesorios y el personal puede ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

Terminal de cable: Dispositivo que distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

923-3. Cables subterráneos. Los requisitos mínimos que deben satisfacer los cables subterráneos en vía pública son los siguientes:

a) Diseño y construcción. El diseño, construcción y materiales de los cables subterráneos deben estar de acuerdo con la tensión eléctrica, intensidad de corriente eléctrica, corriente eléctrica de cortocircuito, elevación de temperatura y condiciones mecánicas y ambientales a que se sometan durante su instalación y operación.

Cuando los cables estén expuestos a ambientes húmedos y corrosivos es conveniente que sean diseñados y se usen con cubiertas protectoras.

Cuando técnicamente el diseño lo permita, debe evitarse el uso de materiales en las pantallas y cubiertas de los cables que, en contacto directo o como resultado de su combustión, sean dañinos para la salud de los seres vivos.

b) Pantallas sobre el aislamiento. Los cables que operen a una tensión eléctrica de 5 kV entre fases o mayor, deben tener una pantalla semiconductora en contacto con el aislamiento y una pantalla metálica no magnética en contacto con dicha pantalla semiconductora.

El material de la pantalla metálica debe ser resistente a la corrosión o bien estar adecuadamente protegido.

Excepción: Tramos cortos usados como barra de amarre que no hagan contacto con superficies o materiales puestos a tierra.

c) Conexión de puesta a tierra de las pantallas metálicas. Las pantallas o cubiertas metálicas de los cables deben estar puestas a tierra. Las pantallas metálicas pueden ser seccionadas siempre y cuando cada sección sea puesta a tierra.

Excepción: Puede omitirse esta conexión de puesta a tierra sólo cuando así lo requiera la operación de los cables y siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas con las mismas partes metálicas o que queden fuera de su alcance.

Las conexiones de las pantallas metálicas hacia los cables para su puesta a tierra deben asegurar un buen contacto, evitando que se aflojen o se suelten. Estas pueden hacerse por medio de conectores del mismo metal u otro material adecuado para el propósito y las condiciones de uso, o por medio de soldadura, cuidando que ésta y los fundentes aplicados sean los adecuados.

Los conectores para unir las pantallas metálicas de cables en empalmes y terminales deben ser los adecuados para asegurar un buen contacto mecánico y eléctrico, usando el tamaño y material conveniente a fin de evitar pérdidas de energía por calentamientos. Estos conectores pueden ser del tipo para soldar o a presión. En el caso de conductores de tamaño nominal 8,37 mm^2 (8 AWG) y menores, la conexión puede hacerse trenzando adecuadamente los conductores o mediante un conector de tornillo adecuado.

d) Tensiones inducidas en la pantalla metálica. Se recomienda que las tensiones inducidas en condiciones normales de operación no sean mayores de 55 V.

e) Instalación de cables en canalizaciones subterráneas

1) Todos los cables deben instalarse en ductos.

Excepción: Esto no es aplicable al conductor de puesta a tierra, el cual puede instalarse directamente enterrado.

2) Debe evitarse que los cables sean doblados con radios menores al mínimo señalado por el fabricante (en ningún caso este radio debe ser menor que 12 veces el diámetro externo del cable) durante su manejo, instalación y operación.

3) Las tensiones de jalado y las presiones sobre las paredes que se presenten durante la instalación de los cables, no deben alcanzar valores que puedan dañar a los mismos. Deben limitarse a los recomendados por el fabricante.

4) Los ductos deben limpiarse previamente a la instalación de los cables.

5) Cuando se use lubricante durante el jalado de los cables, éste no debe afectar a los cables ni a los ductos.

6) En instalaciones verticales o con pendientes, los cables deben soportarse adecuadamente para evitar deslizamientos y deformaciones debido a su masa.

7) Los cables eléctricos y de comunicación no deben instalarse dentro del mismo conducto.

8) Cuando en un banco se instale más de un circuito debe analizarse la capacidad de conducción de corriente, con el objeto de reducir las pérdidas de energía por agrupamiento de conductores.

f) Instalación de cables en registros, pozos y bóvedas

1) Soportes

a. Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas deben quedar fácilmente accesibles y soportados de forma que no sufran daño debido a su propia masa, curvaturas o movimientos durante su operación.

b. Los soportes de los cables deben estar diseñados para resistir la masa de los propios cables y de cargas dinámicas; mantenerlos separados en claros específicos y ser adecuados al medio ambiente.

c. Los cables deben quedar soportados cuando menos 10 cm arriba del piso, o estar adecuadamente protegidos.

Excepción: Este requisito no se aplica a conductores neutros y de puesta a tierra.

d. La instalación debe permitir el movimiento del cable sin que haya concentración de esfuerzos destructivos.

2) Separación entre cables eléctricos y de comunicación

a. Los pozos de visita deben reunir los requisitos siguientes respecto a las dimensiones. Debe mantenerse un espacio de trabajo limpio, suficiente para desempeñar las labores. Las dimensiones del área de trabajo horizontales deben ser como mínimo de 0,9 m y las verticales deben ser como mínimo de 1,8 m.

b. No deben instalarse cables eléctricos y de comunicación dentro de un mismo registro, pozo o bóveda.

c. Cuando no sea posible cumplir con el punto anterior, se pueden instalar en un mismo registro, pozo o bóveda, cables eléctricos y de comunicación, siempre que se cumpla con los siguientes requisitos:

1. Que exista acuerdo entre las partes involucradas.

2. Que los cables queden soportados en paredes diferentes, evitando cruzamientos.

3. Si no es posible instalarlos en paredes separadas, los cables eléctricos deben ocupar niveles inferiores a los de comunicación.

4. Deben instalarse permitiendo su acceso sin necesidad de mover a los demás.

5. Que la separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación propia del suministrador, dentro del registro, pozo o bóveda, sea la indicada en la Tabla 923-3(f)-(1).

TABLA 923-3(f)(1).- Separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación propia del suministrador dentro de un mismo registro, pozo o bóveda

Tensión eléctrica entre fases kV	Separación m
Hasta 15	0,15
Más de 15 hasta 50	0,23
Más de 50 hasta 120	0,30
Más de 120	0,60

Excepción 1: Estas separaciones no se aplican a conductores de puesta a tierra.

Excepción 2: Estas separaciones pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas, siempre y cuando se instalen barreras o protecciones adecuadas.

NOTA: Cuando ambos tipos de cables queden colocados en la misma pared del recinto se recomienda que los cables de electricidad ocupen niveles inferiores a los de comunicación.

d. Identificación. Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas, deben estar permanentemente identificados por medio de placas, o algún otro tipo de identificación, como se indican en la Figura 923-3(f)-(2).

El material de identificación debe ser resistente a la corrosión y a las condiciones del medio ambiente.

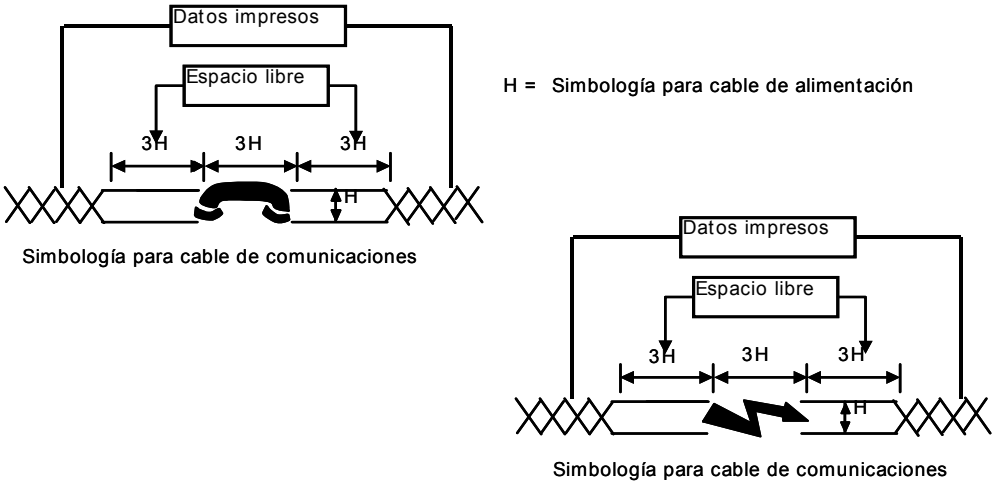


FIGURA 923-3(f)(2)

g) Protección contra fuego. Aunque no es requisito la condición a prueba de fuego, de acuerdo con las prácticas de confiabilidad de servicio normal de las empresas, puede proporcionarse una protección contra fuegos externos.

h) Cables de comunicación conteniendo circuitos especiales de alimentación. A los circuitos especiales que operen en tensiones eléctricas mayores a 400 V a tierra y utilizados para alimentar energía solamente a equipos de comunicaciones, pueden considerarse como cable de comunicaciones bajo las condiciones siguientes (los cables deben tener pantallas conductoras o pantallas que deben estar puesta a tierra y cada uno de tales circuitos debe llevarse en un conductor individualmente encerrado con una pantalla puesta a tierra):

1) Los circuitos en los cables deben ser operados y su mantenidos por persona o personas calificadas.

2) las terminales de los circuitos deben ser accesibles sólo a la persona o personas calificadas.

3) los circuitos de comunicación sacados de los cables, si no terminan en una estación repetidora u oficina terminal, deben protegerse de manera que en el evento de una falla dentro del cable la tensión eléctrica en el circuito de comunicación no exceda 400 V a tierra.

4) los aparatos terminales para la alimentación de energía deben ser arreglados para que las partes vivas sean inaccesibles, cuando los circuitos de alimentación estén energizados.

5) los cables deben identificarse con placas en cada registro, pozo de visita o bóveda.

i) Puesta a tierra y conexiones

1) Las pantallas de aislamiento del cable y empalmes deben ser puestos a tierra.

2) Las cubiertas y pantallas que estén puestas a tierra en los pozos y bóvedas deben ser conectadas a una tierra común.

3) Los cables de conexión y de puesta a tierra deben ser de material resistente a la corrosión y adecuados al ambiente o bien estar protegidos de éste.

j) Cables submarinos

1) Trayectoria. Los cables submarinos deben ir enterrados en una trinchera de un metro de profundidad, hasta que se alcancen 10 m de calado en zonas de arena, o estar protegidos con medias cañas de material resistente a la corrosión y de suficiente resistencia mecánica, en zonas de roca.

2) Empalmes. Los cables submarinos en su tramo marino, al ser instalados, no deben tener empalmes hechos en campo. Sólo se deben instalar con empalmes hechos en fábrica.

3) Protección. La armadura del cable debe diseñarse para soportar adecuadamente los esfuerzos mecánicos a que debe estar sujeto el cable durante la instalación y operación. La armadura debe estar protegida contra la corrosión para cumplir adecuadamente su función durante la vida útil del cable.

Los cables de reserva deben almacenarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

923-4. Estructuras de transición de líneas aéreas en vía pública a cables subterráneos o viceversa

a) Protección. Las estructuras de transición de cables eléctricos deben estar provistas de una protección mecánica que rodee completamente al cable hasta una altura mínima de 2,45 m sobre el nivel del suelo y cuando menos hasta una profundidad de 30 cm dentro del mismo suelo.

Cuando la protección conste de un tubo (conduit) o cubierta metálica, ésta debe ser puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

Los cables deben subir verticalmente desde el suelo y sólo con la desviación que sea necesaria para fijarlos en la estructura, sin que se rebase el radio de curvatura permisible de los cables.

b) Instalación. La instalación de las estructuras de transición debe hacerse de tal manera que el agua no permanezca dentro de la protección mecánica de los cables.

Los cables deben estar soportados de forma que se evite su daño o el de las terminales.

Los cables deben instalarse o fijarse de forma que se evite el daño de los mismos en los extremos de la protección mecánica, debido al movimiento relativo entre ésta y el cable.

Las estructuras de transición de cables deben localizarse en el poste o estructura en la posición más segura, teniendo en cuenta el espacio para que suban las personas y el posible riesgo de daño por vehículos.

c) Estructuras de transición en equipos tipo pedestal. Los cables que lleguen a transformadores, interruptores u otros equipos instalados en pedestal, deben colocarse y arreglarse dentro del registro que corresponde a la acometida al equipo, de manera que no se dañen sus cubiertas.

La entrada de los cables a equipos instalados en pedestal deben mantenerse a la profundidad adecuada para su clase de tensión eléctrica hasta que queden protegidos abajo del pedestal, a menos que se coloque una protección mecánica adecuada.

923-5. Terminales en vía pública

a) Disposiciones generales. Además de lo indicado en 110-14 debe cumplirse con lo siguiente:

1) Las terminales de los cables deben ser diseñadas para resistir los esfuerzos mecánicos, térmicos ambientales y eléctricos esperados durante su operación.

2) La separación entre partes vivas de una terminal o de diferentes terminales o con respecto a su propia estructura debe ser la adecuada para la tensión eléctrica de aguante al impulso por rayo (nivel básico de aislamiento al impulso-NBAI), de la terminal. Cuando las terminales se coloquen en postes, la separación entre partes vivas debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 922-12(a)(1).

3) Las terminales deben diseñarse para evitar la penetración de humedad hacia el cable.

4) En aquellos lugares donde la separación entre partes con diferente potencial eléctrico se reduzca abajo de la adecuada para la tensión y NBAI, deben proporcionarse barreras aislantes o terminales completamente aisladas que reúnan los requisitos equivalentes a las separaciones.

5) Altura. Las partes vivas de las terminales deben cumplir con lo indicado en la Tabla 923-5(a).

TABLA 923-5(a).- Altura mínima de partes vivas de terminales (m)

Lugar de instalación	En líneas con tensión eléctrica entre conductores	
	Hasta de 750 V	De 750 V a 22 000 V
Expuesto a tránsito de vehículos.	5,0	5,6
No expuesto a tránsito de vehículos.	3,8	4,4

Observaciones:

1. Para tensiones eléctricas mayores a 22 kV, las alturas especificadas en la última columna deben incrementarse 1 cm por cada kV en exceso de 22 kV.

2. Cuando se instalen terminales de baja tensión en paredes, la altura mínima debe ser de 2,9 m.

6) Conexión a terminales. La conexión de los conductores a terminales debe asegurar un buen contacto sin dañar a los mismos conductores, no deben existir conexiones flojas o sueltas. La conexión puede hacerse

con conectores soldados, de presión o con cualquier otro medio que asegure una amplia superficie de contacto. Los conectores deben sellarse para evitar el ingreso de humedad hacia el cable. Los conectores y los conductores deben ser del mismo metal a menos que el accesorio sea adecuado para el propósito y las condiciones de uso.

7) Cuando se utilicen soldaduras fundentes o compuestos, éstos deben ser adecuados para tal uso y no deben dañar a los conductores o al equipo.

b) Soportes. Las terminales de los cables deben instalarse de forma que mantengan su posición de instalación. Cuando sea necesario, los cables deben soportarse de manera que no sufran daños por transferencia de esfuerzos mecánicos hacia las terminales, al equipo o a la estructura.

c) Identificación. Los cables o terminales de las estructuras de transición deben estar permanentemente identificados por medio de placas o algún otro tipo de identificación.

d) Separación en gabinetes o bóvedas

1) Las terminales deben estar con una separación adecuada entre conductores y hacia tierra, de acuerdo con el tipo de terminal a utilizar.

2) En las partes vivas expuestas dentro de envolventes, debe mantenerse la separación o usarse barreras aislantes adecuadas para las tensiones eléctricas y tensión de aguante que se requiera.

3) Para terminales en bóvedas se permiten partes vivas sin aislar siempre que se proporcionen los medios de protección adecuados.

e) Conexión de puesta a tierra. Las partes conductoras de las terminales (excepto las partes vivas), el equipo al que se fijan y las estructuras conductoras que soportan a las terminales, deben ser puestos a tierra. Véase el Artículo 250.

923-6. Empalmes y accesorios para cables en vía pública

a) Disposiciones generales. Los empalmes y accesorios para cables en vía pública:

1) Deben soportar los esfuerzos mecánicos, térmicos, eléctricos y del medio ambiente a que estén expuestos durante su operación.

NOTA: Los empalmes terminales y accesorios que se usen en líneas subterráneas deben cumplir con las pruebas y requisitos que se indican en las normas de producto correspondientes.

2) Deben ser compatibles al tipo de cable y a las condiciones del medio ambiente, para evitar efectos dañinos en sus componentes.

3) Deben soportar sin dañarse la magnitud y duración de corrientes eléctricas de falla que se presenten durante su operación, instalándose de tal manera que cuando uno falle no afecte a las otras instalaciones.

4) Deben evitar la penetración de humedad dentro de los cables.

5) Deben quedar localizados dentro de los registros, pozos, bóvedas y envolventes.

923-7. Equipo subterráneo en vía pública

a) Disposiciones generales

1) Equipo subterráneo. Se considera como equipo subterráneo el siguiente:

a. Transformadores, interruptores, indicadores de falla, barras conductoras, entre otros, instalados para la operación de las líneas eléctricas subterráneas.

b. Repetidoras, bobinas de carga y otras, instaladas para la operación de las líneas subterráneas de comunicación.

c. Equipo auxiliar, como bombas, salidas para alumbrado o contactos, entre otros, instalados como complemento de las líneas subterráneas eléctricas o de comunicación.

2) Ubicación de equipos eléctricos y de comunicación. Los equipos eléctricos y de comunicación no deben instalarse en un mismo pozo o bóveda. Cuando no sea posible cumplir esta disposición, será necesario un acuerdo entre las partes involucradas.

3) Sujeción de equipos dentro de pozos o bóvedas. Los equipos deben ser colocados dentro de los pozos o bóvedas, en soportes u otros dispositivos que los fijen y resistan su masa y el de las cargas a que estén sometidos, así como los esfuerzos que se presenten durante su operación.

b) Características

1) Los equipos subterráneos deben seleccionarse e instalarse de acuerdo con las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y ambientales del lugar.

2) Los equipos, incluyendo dispositivos auxiliares, fusibles y portafusibles deben diseñarse para soportar los efectos de condiciones normales, de emergencia y de falla que se presenten durante su operación.

3) Los equipos subterráneos que se instalen dentro de pozos y bóvedas deben ser del tipo sumergible. Asimismo, aquellos que sean susceptibles de un proceso de corrosión deben tener una protección adecuada para evitar este problema.

4) Cuando se conecten o desconecten partes vivas utilizando herramientas, debe contarse con espacio suficiente a tierra o entre fases, o colocar barreras adecuadas.

5) Los interruptores deben tener indicado en forma visible y permanente:

(1) el diagrama unifilar de su operación;

(2) la posición de sus contactos, y

(3) la dirección de operación de las palancas o mecanismo activador.

NOTA: La palanca o mecanismo de control de los interruptores debe operar en una dirección para abrir y en otra para cerrar con objeto de evitar confusiones.

6) El equipo que pueda ser operado a control remoto o en forma manual, debe tener un medio de bloqueo local que impida su operación, para evitar riesgos al trabajador.

7) Los equipos tipo pedestal deben estar cerrados con llave o provistos con un dispositivo para candado.

8) El acceso a partes vivas con tensiones eléctricas mayores a 600 V requiere de una barrera o puerta con llave, para evitar la entrada de personas no calificadas.

9) También se recomienda el uso de señales de advertencia visibles al abrir la primer barrera.

10) Los equipos tipo pedestal deben colocarse sobre una base de concreto.

11) Las cajas, cámaras u otros dispositivos de los equipos que contengan fusibles, interruptores u otras partes susceptibles de producir gases, deben estar construidas en tal forma que resistan las presiones interiores que se produzcan para no causar daños a personas u otros equipos próximos.

c) Localización. Los equipos y sus estructuras no deben obstruir el acceso o salida del personal en los pozos o bóvedas.

Los equipos de pozos o bóvedas no deben instalarse a distancias menores a 0,20 m de la parte de atrás de escaleras fijas y no deben interferir con su uso.

Los equipos deben acomodarse en los pozos o bóvedas de tal forma que permitan la instalación, operación y mantenimiento de todas las partes de sus estructuras.

Los interruptores de operación manual o eléctrica deben accionarse en forma segura, esto puede realizarse con dispositivos auxiliares portátiles que se fijen temporalmente.

Los equipos no deben interferir con estructuras de drenaje.

Los equipos no deben obstaculizar la ventilación de estructuras o envolventes.

d) Instalación. Todos los equipos deben contar con dispositivos de suspensión adecuados a su masa, para facilitar su instalación y montaje.

Las partes vivas deben quedar instaladas, aisladas o protegidas, que se evite el contacto accidental de personas o del agua con el equipo.

Los dispositivos de operación, inspección y pruebas deben estar visibles y fácilmente accesibles cuando el equipo se encuentre instalado en su posición definitiva y sin tener que remover ninguna conexión permanente.

Las partes vivas deben aislarse o protegerse de la exposición a líquidos conductores u otros materiales que puedan presentarse en la estructura que contiene el equipo.

Cuando los controles de los equipos sean accesibles a personal no calificado, deben asegurarse con pernos, candados o sellos.

e) Conexión de puesta a tierra. Los tanques, envolventes y cubiertas metálicas de los equipos deben ser puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

f) Identificación. Los equipos instalados en pozos o bóvedas deben contar con placas o algún otro medio que los identifique permanentemente para su correcta instalación y operación.

923-8. Instalación en túneles

a) Disposiciones generales. Las instalaciones en túneles de cables y equipos eléctricos y de comunicación, deben cumplir con los requisitos aplicables de la Parte F del Artículo 710.

b) Protección a las personas. Cuando el túnel sea accesible al público o cuando se requiera que entre personal para instalar, operar y mantener los cables y el equipo, el diseño del túnel debe incluir medios de protección a las personas y, donde sea necesario, barreras, detectores, alarmas, ventilación, bombas y dispositivos de seguridad adecuados. Los medios de protección que deben considerarse son los siguientes:

1) Contra atmósferas venenosas o asfixiantes.

2) Contra fuego, explosión, altas temperaturas y fallas de tuberías de presión.

3) Contra tensiones eléctricas inducidas.

4) Contra posible inundación del túnel.

5) Medios seguros de salida rápida del túnel, cuando menos en dos direcciones.

6) Espacios libres de trabajo, con una dimensión mínima horizontal de 0,9 m y vertical de 1,80 m, dejando una distancia mínima libre de 0,60 m con respecto al paso de vehículos o máquinas en movimiento.

7) Banquetas libres de obstáculos para el tránsito de trabajadores dentro del túnel.

8) Equipos de protección para prevenir a los trabajadores de riesgos debidos a la operación de vehículos u otras maquinarias en los túneles.

9) Banquetas sin obstrucciones para los trabajadores dentro del túnel.

c) Protección a las instalaciones. En túneles que contengan instalaciones eléctricas y de comunicación deben considerarse medidas de protección contra el medio desfavorable en que se encuentren. Estas medidas pueden ser:

1) Contra el efecto de la humedad o la temperatura.

2) Contra el efecto de líquidos y gases.

3) Contra el efecto de la corrosión.

923-9. Puesta a tierra

Para disposiciones para puesta a tierra, véase el Artículo 921

B. Obra civil

923-10. Trayectoria

a) Disposiciones generales

1) La obra civil para instalaciones subterráneas debe seguir, en lo posible, una trayectoria recta entre sus extremos; cuando sea necesario puede seguir una trayectoria curva, siempre que el radio de curvatura sea lo suficientemente grande para evitar el daño de los cables durante su instalación.

Nota: Se recomienda que el cambio máximo de dirección en un tramo recto de un banco de ductos aplicando el doblez natural de éstos, no sea mayor que cinco grados.

2) Si la trayectoria de las instalaciones subterráneas sigue una ruta paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas ajenas, no debe localizarse directamente arriba o abajo de dichas canalizaciones o estructuras; cuando esto no sea posible, debe cumplirse con la separación indicada en la Tabla 923-12(b).

3) En cada caso debe formarse un comité con un representante por cada institución que haga uso del suelo para instalaciones subterráneas con la finalidad de optimizar el uso del mismo, reglamentando la ubicación de las instalaciones subterráneas en la vía pública, atendiendo en lo aplicable lo indicado por esta NOM. Véase la Figura 923-10(a)(3).

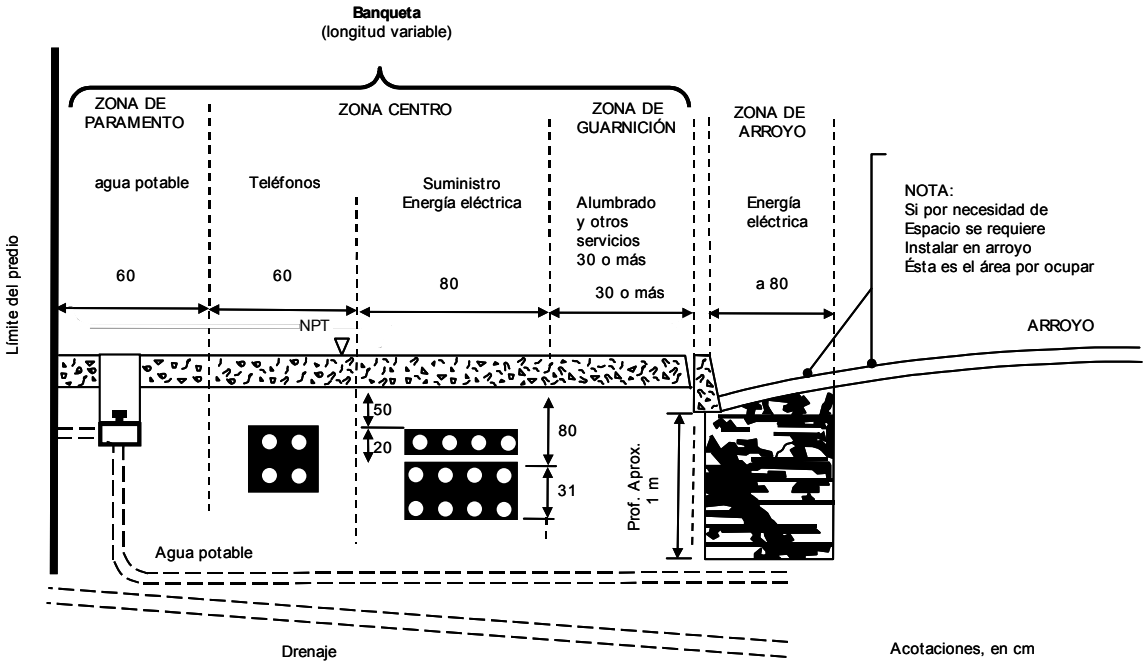


FIGURA 923-10(a)(3).- Zonificación recomendada de instalaciones en banqueta

b) Riesgos naturales del terreno. Debe evitarse en lo posible que la trayectoria de las canalizaciones subterráneas atraviese terrenos inestables (pantanosos, lodosos, entre otros) o altamente corrosivos. Si es necesario construir a través de estos terrenos, debe hacerse de tal manera que se evite o reduzca al mínimo el movimiento o la corrosión.

c) Autopistas y calles

1) Calles. Cuando los bancos de ductos deban enterrarse a lo largo de calles en donde no existan banquetas, debe utilizarse como trayectoria la guarnición, en su defecto utilizar el límite de predio.

2) Autopistas. Cuando los bancos deban enterrarse a lo largo de autopistas, éstos deben ubicarse dentro del derecho de vía a 1,0 m fuera del acotamiento, como se indica en la Figura 923-10(c).

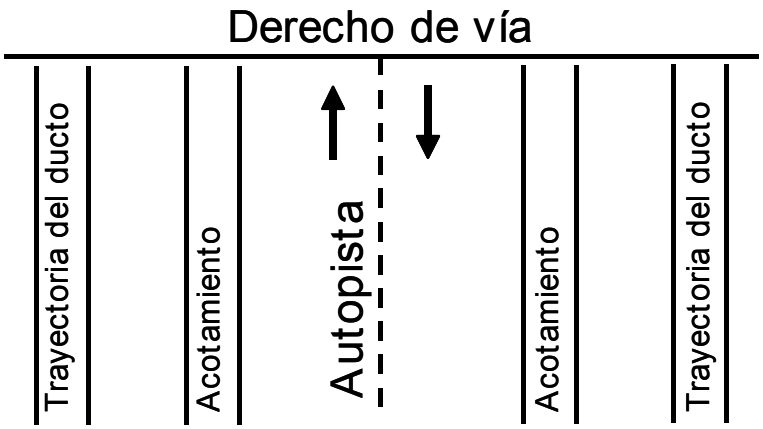


FIGURA 923-10(c).- Banco de ductos a lo largo de autopistas

d) Túneles y puentes. La localización de la obra civil para instalaciones subterráneas en túneles y puentes debe hacerse previendo que el tráfico la dañe lo menos posible. Asimismo, deben tenerse accesos

seguros para la inspección y mantenimiento tanto de las estructuras como de la obra civil y cumplir con lo señalado en la Parte F del Artículo 710.

e) Cruzamientos de vías de ferrocarril. En los cruzamientos de vías de ferrocarril ubicados en calles pavimentadas, la profundidad mínima de la obra civil de instalaciones subterráneas debe ser de 90 cm; cuando la vía del ferrocarril esté localizada en calles o caminos no pavimentados, la profundidad mínima debe ser de 1,3 m.

En caso de requerirse registros, pozos de visita o bóvedas, éstos deben localizarse en el derecho de vía.

Cuando existan condiciones especiales o si el proyecto propuesto interfiere con instalaciones existentes, las partes involucradas deben acordar los requerimientos a cumplir.

NOTA: Cuando no sea posible cumplir con las profundidades marcadas en este punto, éstas se pueden reducir previo acuerdo entre las partes involucradas, pero en ningún caso los bancos de ductos o alguna protección de éstos debe estar expuesta a la carpeta de agregados donde se hacen trabajos de mantenimiento y limpieza.

f) Cruzamientos submarinos. Los cruzamientos submarinos deben ser instalados siguiendo una trayectoria tal, que estén protegidos de la erosión ocasionada por la acción de las olas o las corrientes submarinas. Su trayectoria no debe atravesar zonas de anclaje de embarcaciones. Cuando esto no pueda evitarse, su trayectoria debe señalarse mediante boyas que formen un canal dentro del cual estarán los cables que integran el cruzamiento submarino.

g) Cimentaciones. Las canalizaciones subterráneas no deben instalarse directamente abajo de cimentaciones de edificios o de tanques de almacenamiento. Cuando esto no sea posible, la estructura del banco de ductos debe diseñarse para prevenir la aplicación de cargas perjudiciales sobre los cables.

923-11. Profundidad. La Tabla 923-11 indica la profundidad mínima a la que deben instalarse los ductos o bancos de ductos, siempre que se cumplan los requisitos que se indican en 923-14(a)(3). Esta profundidad debe considerarse con respecto a la parte superior de los ductos o su recubrimiento.

TABLA 923-11.- Profundidad mínima de los ductos o bancos de ductos

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos.	0,3
En lugares transitados por vehículos.	0,5
Bajo carreteras.	1,0
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles pavimentadas.	0,9
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles o caminos no pavimentados.	1,3

NOTAS:

1. Cuando se instalen cables para diferentes tensiones eléctricas en una misma trinchera, los cables de mayor tensión deben estar a mayor profundidad.

2. Los cables submarinos deben enterrarse en una trinchera de 1 m de profundidad hasta alcanzar 10 m de calado en zonas de arena. En zonas de roca debe protegerse con medias cañas de fierro; en partes más profundas deben ir depositadas en el lecho marino a fondo perdido.

3. Cuando no sea posible cumplir con estas profundidades, éstas pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas.

923-12. Separación de otras instalaciones subterráneas

a) Disposiciones generales. La separación entre el sistema de canalizaciones subterráneas y otras estructuras subterráneas ubicadas en forma paralela debe tener el ancho necesario para permitir el mantenimiento de los sistemas sin dañar las estructuras paralelas. Un banco de ductos que cruce sobre otra estructura debe tener una separación suficiente que evite el daño de ésta, estas separaciones deben ser determinadas por las partes involucradas.

NOTA: Cuando un banco de ductos cruce un pozo, una bóveda o por el techo de túneles de tránsito vehicular, éstos pueden estar soportados directamente en el techo, si las partes involucradas están de acuerdo.

b) Separaciones mínimas. La separación mínima entre ductos o bancos de ductos, y entre ellos y otras estructuras se indica en la Tabla 923-12(b).

TABLA 923-12(b).- Separación mínima entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas

Medio separador	Separación mínima m
Tierra compactada	0,30
Tabique	0,10
Concreto	0,05

NOTAS:

1. Para cables submarinos la separación debe ser de 1,5 veces la profundidad.

2. Previo acuerdo entre las partes involucradas, pueden reducirse estas separaciones.

c) Separación de instalaciones de drenaje, tuberías de agua, vapor o combustible. Los ductos o bancos de ductos de líneas eléctricas y de comunicación, no deben quedar en contacto con ninguna de estas instalaciones; su separación debe ser tan grande como sea posible, a fin de permitir trabajos de reparación o mantenimiento. En el caso de cruzamientos sobre dichas instalaciones, deben colocarse en ambos lados soportes adecuados para evitar que el peso de los ductos pueda dañar a las instalaciones. La separación mínima entre ductos o bancos de ductos de líneas eléctricas y de comunicación con instalaciones de combustible debe ser 1 m.

d) Terrenos rocosos. Cuando el terreno sea rocoso y no permita respetar la profundidad mínima, el banco de ductos debe hacerse de concreto con la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos a que se encuentran sometidos. El banco de ductos puede colocarse inmediatamente bajo del piso terminado.

923-13. Excavación y material de relleno

a) Trincheras. El fondo de las trincheras debe estar limpio, relativamente plano y compactado a 90% para banquetas y a 95% para calles. Cuando la excavación se haga en terreno rocoso, el ducto o banco de ductos debe colocarse sobre una capa protectora de material de relleno limpio y compactado.

b) Material de relleno. El relleno debe estar libre de materiales que puedan dañar a los ductos o bancos de ductos y compactado a 90%.

923-14. Ductos y sus acoplamientos

a) Disposiciones generales

1) El material de los ductos debe ser resistente a esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos del medio donde quede instalado.

2) El material y la construcción de los ductos debe seleccionarse y diseñarse en forma que la falla de un cable en un conducto no se extienda a los cables de ductos adyacentes.

3) Los ductos o bancos de ductos deben estar diseñados y construidos para soportar las cargas exteriores a que pueden quedar sujetos, de acuerdo con los criterios que se establecen en 923-16, excepto que la carga de impacto puede ser reducida un tercio por cada 30 cm de profundidad, de forma que no necesita considerarse carga de impacto cuando la profundidad es de 90 cm o mayor.

4) El acabado interior de los ductos debe estar libre de asperezas o filos que puedan dañar los cables.

5) El área de la sección transversal de los ductos debe ser tal que, de acuerdo con su longitud y curvatura, permita instalar los cables sin causarles daño.

b) Instalación

1) En alta tensión eléctrica debe usarse un ducto no metálico por cable y en baja tensión un ducto por circuito. Cuando se instalen tres cables de baja tensión en un ducto, la suma de sus diámetros no debe ser igual al diámetro interior del ducto.

Excepción: Se permite utilizar hasta tres conductores en una canalización en transiciones aéreo-subterráneas.

2) Los ductos incluyendo sus extremos y curvas deben quedar fijos por el material de relleno, envolvente de concreto, anclas u otros medios, en tal forma que se mantengan en su posición original bajo los esfuerzos impuestos durante la instalación de los cables u otras condiciones.

3) Los tramos de ductos deben quedar unidos de forma que no queden escalones entre uno y otro tramo. No deben usarse materiales que puedan penetrar al interior de los ductos, formando protuberancias al solidificarse y que puedan causar daño a los cables.

4) Cuando se tengan condiciones tales que se requiera usar tubos con revestimiento exterior, el revestimiento de éstos debe ser resistente a la corrosión y debe ser inspeccionado y probado, verificando que el revestimiento sea continuo y esté intacto antes de rellenar; debe tenerse la precaución de no dañar el revestimiento al hacer el rellenado y compactado.

5) Cuando se tengan bancos de ductos instalados en puentes metálicos, el banco de ductos debe tener la capacidad de permitir la expansión y contracción de la estructura del puente. Los bancos de ductos que pasen a través de los estribos del puente deben instalarse de forma que se evite o resista cualquier hundimiento debido a un asentamiento del suelo.

6) Los ductos a la entrada de registros, pozos, bóvedas y otros recintos, deben quedar en terreno perfectamente compactado o quedar soportados adecuadamente para evitar esfuerzos cortantes en los mismos.

7) El extremo de los ductos dentro de los registros, pozos, bóvedas y otros recintos, debe tener los bordes redondeados y lisos para evitar daño a los cables.

8) Se recomienda que los ductos se instalen con una pendiente de 0,25% como mínimo, para facilitar el drenado.

9) Para evitar la posibilidad de que por los ductos entren líquidos, gases o animales, se recomienda utilizar sellos que impidan su paso. Esta medida puede complementarse con la instalación de dispositivos de ventilación y drenaje.

923-15. Registros, pozos y bóvedas

a) Localización. La localización de los registros, pozos y bóvedas debe ser tal que su acceso desde el exterior quede libre y sin interferir con otras instalaciones. Debe evitarse, en lo posible, que en carreteras queden localizados en la carpeta asfáltica y en vías de ferrocarril en el terraplén.

b) Protección. Cuando los registros, pozos y bóvedas estén con el acceso abierto, deben colocarse medios adecuados de protección y advertencia para evitar accidentes.

c) Desagüe. En los registros, pozos y bóvedas, cuando sea necesario, debe instalarse un medio adecuado de desagüe. No debe existir comunicación con el sistema de drenaje.

d) Ventilación. Cuando los pozos, bóvedas y túneles tengan comunicación con galerías o áreas cerradas transitadas por personas, deben tener un sistema adecuado de ventilación hacia el exterior.

e) Detección de gases. Cuando se requiera entrar en algún pozo o bóveda, debe ventilarse previamente, si se sospecha que existen en el ambiente gases explosivos o tóxicos, debe determinarse y comprobarse mediante equipo adecuado si el ambiente es tolerable por el ser humano.

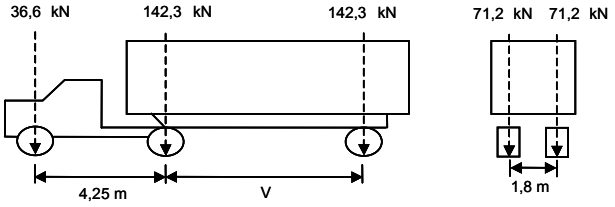
f) Obstrucción de accesos. Los accesos a registros, pozos o bóvedas no deben ser obstruidos por construcciones, estructuras, instalaciones provisionales, equipos semifijos o cualquier otra instalación.

923-16. Resistencia mecánica. Los registros, pozos y bóvedas deben estar diseñados y construidos para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que puedan actuar sobre su estructura.

Las cargas estáticas incluyen el peso propio de la estructura, el del equipo, el del agua sobre la cubierta interior, el del hielo y otras cargas que tengan influencia sobre la misma estructura.

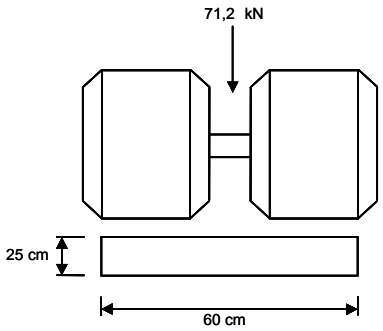
Las cargas dinámicas incluyen principalmente el peso de vehículos en movimiento y cargas por impacto que actúen sobre la estructura.

a) En las zonas de tránsito de vehículos debe tenerse en cuenta, para el cálculo, el vehículo más pesado que pueda transitar por el lugar y debe considerarse que su masa se reparte en cuatro ruedas, pero que sólo una de ellas transmite su carga a la cubierta y a la estructura del registro, pozo o bóveda, en un área vertical de 25 cm x 60 cm; excepto el caso en que, por las dimensiones del recinto, la estructura y su cubierta deban soportar la carga transmitida por dos ruedas separadas 2 m en línea transversal al eje del vehículo.



Cuerpo del vehículo

V = Dimensión que varía entre 4,25 y 9,0 m La dimensión a usar debe ser aquella que dé por resultado
(La carga lateral y vertical que produzca los máximos momentos flexionantes en la estructura)



Área de carga de una rueda

a) Masa y dimensiones de un vehículo

b) Area de carga de una rueda

NOTA: Como referencia, la carga dinámica que puede considerarse para el cálculo anterior, corresponde a un vehículo cuyo masa y dimensiones se indican en (a).

FIGURA 923-16.- Características del vehículo para determinar la carga dinámica

b) En zonas que no tienen tránsito de vehículos debe considerarse una carga dinámica mínima de 15 000 N/m^2 (15 kPa).

c) Las cargas dinámicas deben incrementarse en 30% por impacto.

d) Cuando en los registros, pozos y bóvedas se coloquen anclas para el jalado de los cables, éstas deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas, con un factor de seguridad mínimo de 2.

923-17. Dimensiones. Las paredes interiores de los registros deben dejar un espacio libre cuando menos igual que el que deja su tapa de acceso, y su altura debe ser tal que permita a una persona trabajar desde el exterior o parcialmente introducida en ellos.

En los pozos y bóvedas, además del espacio ocupado por cables y equipo, debe dejarse espacio libre suficiente para trabajar. La dimensión horizontal de este espacio debe ser cuando menos de 0,9 m y la vertical de 1,8 m.

En el caso de líneas de comunicación, las dimensiones mínimas de dicho espacio deben ser: la horizontal de 0,8 m y la vertical de 1,2 m.

923-18. Acceso a pozos y bóvedas

a) El acceso a los pozos debe tener un espacio libre mínimo de 56 cm x 65 cm si es rectangular, o de 84 cm de diámetro si es circular. En el caso de líneas de comunicación dicho espacio debe ser de 40 cm x 50 cm si es rectangular. El acceso debe estar libre de protuberancias que puedan lesionar al personal o que impidan una rápida salida.

b) El acceso a pozos y bóvedas no debe ser localizado directamente sobre los cables o equipo. Cuando el acceso interfiera con algún obstáculo, puede quedar localizado sobre los cables, si se cumple con alguna de las siguientes medidas:

(1) una señal de advertencia adecuada;

(2) una barrera de protección sobre los cables; o

(3) una escalera fija.

c) En bóvedas puede tenerse otro tipo de aberturas localizadas sobre el equipo, para facilitar su operación desde el exterior.

923-19. Tapas. Las tapas de los registros, pozos y bóvedas deben ser de masa y diseño para que asienten y cubran los accesos, así como para evitar que puedan ser fácilmente removidas sin herramientas. Cuando las tapas de bóvedas y pozos para acceso del personal sean ligeras, deben estar provistas de aditamentos para la colocación de candados.

Las tapas deben ser de un diseño tal que no puedan caer accidentalmente dentro de los registros, pozos o bóvedas. No deben tener protuberancias dentro de los pozos de visita suficientemente grandes para tener contacto con los cables o equipos.

Las tapas y sus soportes deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas que se mencionan en 923-16.

Las tapas deben ser de un material o contar con un recubrimiento adecuado a las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y ambientales del lugar.

Las tapas deben ser antiderrapantes y tener una identificación visible desde el exterior que indique el tipo de instalación o la empresa a la que pertenecen.

En el caso de transformadores instalados en bóvedas, las tapas deben contar con una rejilla apropiada para permitir la ventilación. La separación del enrejado no debe permitir el paso de objetos que puedan dañar a los cables o equipos.

923-20. Puertas de acceso a túneles y bóvedas

a) Las puertas de acceso deben localizarse de forma que se provea un acceso seguro.

b) Las puertas de acceso del personal a las bóvedas no deben localizarse o abrir directamente sobre el equipo o cables. Las aperturas de otros tipos (no para acceso del personal) en las bóvedas, pueden ubicarse sobre el equipo para facilitar el trabajo, reemplazo o instalación del mismo.

c) Cuando las puertas de túneles y bóvedas dentro de edificios estén accesibles al público, deben estar cerradas con llave, a menos que persona autorizada impida la entrada al público.

d) Estas puertas deben diseñarse de forma que una persona pueda salir rápidamente, aun cuando la puerta esté cerrada desde el exterior.

923-21. Protección en áreas de trabajo

a) Tráfico de peatones y vehículos

1. Antes de iniciar cualquier trabajo que pueda poner en peligro al público o a los trabajadores, deben colocarse avisos preventivos o barreras normalizadas, o conos fosforescentes, de tal manera que sean perfectamente visibles al tráfico que se acerca al lugar de trabajo; en estos mismos casos, el personal de piso a cargo de estos trabajos debe usar chalecos de color fosforescente y debe poner en funcionamiento los faros giratorios del vehículo. Durante la noche, adicionalmente deben utilizarse señales luminosas o reflejantes. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones de tráfico lo justifiquen, una persona debe dedicarse exclusivamente a advertir al tráfico sobre los riesgos existentes, utilizando banderolas rojas o señales luminosas según sea de día o de noche. Los preventivos mencionados deben estar a una distancia adecuada considerando la topografía y configuración de las vías de circulación en el área de trabajo, así como la velocidad de circulación.

2. Se recomienda que los avisos sean de la siguiente manera:

- En los "avisos de precaución" el fondo de color ámbar con señales y letreros de advertencia color negro.

- En los "avisos de peligro" el fondo de color blanco con señales y letreros de advertencia color rojo.

3. Durante el día, los hoyos, cepas, registros sin tapa u obstrucciones, deben identificarse con señales de peligro, tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos fosforescentes o barreras. Durante la noche deben usarse señales luminosas o reflejantes. De ser necesario dejar desatendido temporalmente algún hoyo o cepa, debe colocarse una tapa provisional, para evitar accidentes al público.

4. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tráfico lo justifiquen, debe solicitarse el auxilio de las autoridades de tránsito competentes, para advertir al tráfico sobre los riesgos existentes.

b) Trabajadores

1. Cuando por razón de los trabajos se expongan partes energizadas o en movimiento, deben colocarse avisos preventivos y guardas, para advertir a los otros trabajadores en el área.

2. Cuando se trabaje en áreas con secciones múltiples muy semejantes, como es el caso de una sección de una subestación, la sección de trabajo debe marcarse en forma notoria, acordonándola o usando barreras, con avisos preventivos, a fin de evitar contactos accidentales con partes vivas tanto de la propia sección de trabajo como de secciones adyacentes.

c) Conductores

Todo trabajador que encuentre cables o alambres que representen peligro, debe informar de la situación peligrosa a su jefe inmediato, colocando avisos preventivos y debe quedarse a vigilar. De estar facultado y contar con los medios necesarios debe corregir la condición que representa peligro.

ARTICULO 924-SUBESTACIONES

924-1. Objetivo y campo de aplicación. Este Artículo contiene requisitos que se aplican a las subestaciones de usuarios (véase 110-30 y 110-31), y a las instalaciones que forman parte de sistemas instalados en la vía publica.

Estos requisitos se aplican a toda instalación, en el caso de instalaciones temporales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que están siendo reestructuradas o reemplazadas), la autoridad competente 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.

924-2. Medio de desconexión general. Toda subestación particular debe tener en el punto de enlace entre el suministrador y el usuario un medio de desconexión general, ubicado en un lugar de fácil acceso y en el límite del predio, para las subestaciones siguientes:

a) Compactas

Excepción: En subestaciones compactas con un solo transformador que requieran ampliarse y no cuenten con espacio suficiente, se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio medio de protección.

b) Abiertas o pedestal mayores a 500 kVA

Abiertas o pedestal, se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio medio de protección.

924-3. Resguardos de locales y espacios. Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deben tener restringido y resguardado su acceso; por medio de cercas de tela de alambre, muros o bien en locales especiales para evitar la entrada de personas no calificadas. Los resguardos deben tener una altura mínima de 2,10 m y deben cumplir con lo indicado en la Sección 110-34, espacio de trabajo y protección.

Excepción: En subestaciones tipo pedestal y compactas es suficiente una delimitación de área.

924-4. Condiciones de los locales y espacios. Los locales donde se instalen subestaciones deben cumplir con lo siguiente:

a) Deben estar hechos de materiales no combustibles.

b) No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo.

Excepción: Se permite colocar en el mismo local la planta generadora de emergencia o respaldo, cumpliendo con el Artículo 445.

c) No debe haber polvo o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos.

d) Deben tener ventilación adecuada para que el equipo opere a su temperatura nominal y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación.

La restricción de acceso a las subestaciones tipo abierta y azotea debe cumplir con lo indicado en la Sección 110-31.

e) Deben mantenerse secos.

924-5. Instalación de alumbrado. Los niveles de iluminación mínima sobre la superficie de trabajo, para locales o espacios, se muestran en la Tabla 924-5, véase adicionalmente lo indicado en 110-34(d).

TABLA 924-5.- Niveles mínimos de iluminancia requeridos

Tipo de lugar:	Iluminancia (lx)
Frente de tableros de control con instrumentos, diversos e interruptores, etc.	270
Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "dúplex"	55
Pupitres de distribución o de trabajo	270
Cuarto de baterías	110
Pasillos y escaleras (medida al nivel del piso)	55
Alumbrado de emergencia, en cualquier área	11
Areas de maniobra	160
Areas de tránsito de personal y vehículos	110
General	22

Excepción 1: No se requiere iluminación permanente en celdas de desconectadores y pequeños espacios similares ocupados por aparatos eléctricos.

Excepción 2: Las subestaciones de usuarios de tipo poste o pedestal quedan excluidas de los requerimientos a que se refiere esta Sección y pueden considerarse iluminadas con el alumbrado existente para otras áreas adyacentes.

a) Receptáculos y unidades de alumbrado. Los receptáculos para conectar aparatos portátiles deben situarse de manera que, al ser utilizados, no se acerquen en forma peligrosa a cordones flexibles o a partes vivas.

Las unidades de alumbrado deben situarse de manera que puedan ser controladas, repuestas y limpiadas desde lugares de acceso seguro. No deben instalarse usando conductores que cuelguen libremente y que puedan moverse de modo que hagan contacto con partes vivas de equipo eléctrico.

b) Circuito independiente. En subestaciones, el circuito para alumbrado y receptáculos debe alimentar exclusivamente estas cargas y tener protección adecuada contra sobrecorriente independiente de los otros circuitos.

c) Control de alumbrado. Con objeto de reducir el consumo de energía y facilitar la visualización de fallas en el área de equipos, barras y líneas, el alumbrado debe permanecer al mínimo valor posible, excepto en los momentos de maniobras.

d) Eficiencia. Para optimizar el uso de la energía, se recomienda proporcionar mantenimiento e inspeccionar los luminarios y sus conexiones.

e) Debe colocarse en el local, cuando menos, una lámpara para alumbrado de emergencia por cada puerta de salida del local.

924-6. Pisos, barreras y escaleras

a) Pisos. En las subestaciones los pisos deben ser planos, firmes y con superficie antiderrapante, se debe evitar que haya obstáculos en los mismos. Los huecos, registros y trincheras deben tener tapas adecuadas.

El piso debe tener una pendiente (se recomienda una mínima de 2,5%) hacia las coladeras del drenaje.

b) Barreras. Todos los huecos en el piso que no tengan tapas o cubiertas adecuadas y las plataformas de más de 50 cm de altura, deben estar provistos de barreras, de 1,20 m de altura, como mínimo. En lugares donde se interrumpa una barrera junto a un espacio de trabajo, para dar acceso a una escalera, debe colocarse otro tipo de barrera (reja, cadena).

c) Escaleras. Las escaleras que tengan cuatro o más escalones deben tener pasamanos. Las escaleras con menos de cuatro escalones deben distinguirse convenientemente del área adyacente, con pintura de color diferente u otro medio. No deben usarse escaleras tipo "marino", excepto en bóvedas.

924-7. Accesos y salidas. Los locales y cada espacio de trabajo deben tener un acceso y salida libre de obstáculos.

Si la forma del local, la disposición y características del equipo en caso de un accidente pueden obstruir o hacer inaccesible la salida, el área debe estar iluminada y debe proveerse un segundo acceso y salida, indicando una ruta de evacuación.

La puerta de acceso y salida de un local debe abrir hacia afuera y estar provista de un seguro que permita su apertura, desde adentro. En subestaciones interiores, cuando no exista espacio suficiente para que el local cuente con puerta de abatimiento, se permite el uso de puertas corredizas, siempre que éstas tengan claramente marcado su sentido de apertura y se mantengan abiertas mientras haya personas dentro del local.

La puerta debe tener fijo en la parte exterior y en forma completamente visible, un aviso con la leyenda:

"PELIGRO ALTA TENSION ELECTRICA"

924-8. Protección contra incendio. Independientemente de los requisitos y recomendaciones que se fijen en esta Sección, debe cumplirse la reglamentación en materia de prevención de incendios.

a) Extintores. Deben colocarse extintores, tantos como sean necesarios en lugares convenientes y claramente marcados, situando dos, cuando menos, en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones. Para esta aplicación se permiten extintores de polvo químico seco.

Los extintores deben revisarse periódicamente para que estén permanentemente en condiciones de operación y no deben estar sujetos a cambios de temperatura mayores que los indicados por el fabricante.

En las subestaciones de tipo abierto o pedestal instalados en redes de distribución no se requiere colocar extintores de incendio.

b) Sistemas integrados. En tensiones eléctricas mayores de 69 kV, se recomienda el uso de sistemas de protección contra incendio tipo fijo que operen automáticamente por medio de detectores de fuego que, al mismo tiempo, accionen alarmas.

c) Contenedores para aceite. En el equipo que contenga aceite, se deben tomar alguna o algunas de las siguientes medidas:

1) Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo, mediante recipientes o depósitos independientes del sistema de drenaje. Para transformadores mayores que 1 000 kVA, el confinamiento debe ser para una capacidad de 20% de la capacidad del equipo y cuando la subestación tiene más de un transformador, una fosa colectora equivalente al 100% del equipo de mayor capacidad.

2) Construir muros divisorios, de tabique o concreto, entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere a tensiones eléctricas iguales o mayores a 69 kV.

3) Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos, por medio de barreras incombustibles, o bien por una distancia suficiente para evitar la proyección de aceite incendiado de un equipo hacia los otros aparatos.

924-9. Localización y accesibilidad

a) Los tableros deben colocarse donde el operador no esté expuesto a daños por la proximidad de partes vivas o partes de maquinaria o equipo en movimiento.

b) No debe haber materiales combustibles en la cercanía.

c) El espacio alrededor de los tableros debe conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales, de acuerdo con lo indicado en 110-34.

d) El equipo de interruptores debe estar dispuesto de forma que los medios de control sean accesibles al operador.

924-10. Dispositivo general de protección contra sobrecorriente. Toda subestación debe tener en el lado primario un dispositivo general de protección contra sobrecorriente para la tensión eléctrica y corriente del servicio, referentes a la corriente de interrupción y a la capacidad nominal o ajuste de disparo, respectivamente (ver 230-206).

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, véase 240-100.

Excepción: En ampliaciones de subestaciones compactas aplicar la Excepción de 924-2.

924-11. Requisitos generales del sistema de protección del usuario. La protección del equipo eléctrico instalado en la subestación de un usuario no debe depender del sistema de protección del suministrador.

Las fallas por cortocircuito en la instalación del usuario no deben ocasionar la apertura de las líneas suministradoras, lo cual puede afectar el servicio a otros usuarios, para tal fin el usuario debe consultar con el suministrador con objeto de obtener la coordinación correspondiente.

924-12. Equipo a la intemperie o en lugares húmedos. En instalaciones a la intemperie o en lugares húmedos, el equipo debe estar diseñado y construido para operar satisfactoriamente bajo cualquier condición atmosférica existente.

924-13. Consideraciones ambientales

a) Las subestaciones con tensiones eléctricas mayores a 69 kV deben considerar la limitación de los esfuerzos sísmicos y dinámicos que soporta el equipo a través de sus conexiones.

b) Los equipos deben ser capaces de soportar los esfuerzos sísmicos que se le trasmiten del suelo a través de sus bases de montaje y que resultan de las componentes de carga vertical y horizontal, más la ampliación debida a la vibración resonante.

c) El proyecto de las subestaciones urbanas con tensiones eléctricas mayores a 69 kV deben considerar el efecto del impacto ambiental, de manera que sus inconvenientes se reduzcan a un nivel tolerable.

En las subestaciones ubicadas en áreas urbanas se deben tomar medidas tendientes a limitar el ruido audible a 60 dB, medido en el límite del predio en la colindancia a la calle o a predios vecinos.

924-14. Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico. El equipo de las subestaciones debe ser instalado y mantenido para reducir al mínimo los riesgos de accidentes del personal, así como el consumo de energía.

a) Equipo de uso continuo. Antes de ser puesto en servicio, debe comprobarse que el equipo eléctrico cumple con los requisitos establecidos en los diferentes Artículos aplicables de esta norma.

Posteriormente, debe ser mantenido en condiciones adecuadas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo. El equipo defectuoso debe ser reparado o reemplazado.

b) Equipo de uso eventual. Se recomienda que el equipo o las instalaciones que se usen eventualmente, sean revisados y probados antes de usarse en cada ocasión.

Los equipos deben soportarse y fijarse de manera consistente a las condiciones de servicio esperadas. Los equipos pesados como transformadores quedan asegurados por su propio peso, pero aquellos donde se producen esfuerzos por sismo o fuerzas dinámicas durante su operación, pueden requerir medidas adicionales. Véase 924-13.

924-15. Partes con movimientos repentinos. Todas las partes que se muevan repentinamente y que puedan lastimar a personas que se encuentren próximas, deben protegerse por medio de resguardos.

924-16. Identificación del equipo eléctrico. Para identificar al equipo eléctrico en subestaciones se recomienda pintarlo y numerarlo, usando placas, etiquetas o algún otro medio que permita distinguirlo fácilmente, tanto respecto de su funcionamiento como del circuito al que pertenece. Es conveniente establecer un método de identificación uniforme en todo el equipo instalado en una subestación o en un grupo de instalaciones que correspondan a un mismo usuario.

Esta identificación no debe colocarse sobre cubiertas removibles o puertas que puedan ser intercambiadas.

924-17. Transformadores de corriente. Los circuitos secundarios de los transformadores de corriente deben tener medios para ponerse en cortocircuito y conectarse a tierra simultáneamente. Cuando exista relación múltiple y con salidas no conectadas, éstas se deben poner en cortocircuito.

924-18. Protección de los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos

a) Conexión de puesta a tierra. Los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos (transformadores de corriente y de potencial) deben tener una referencia efectiva y permanente de puesta a tierra. Véase 250-121.

b) Protección mecánica de los circuitos secundarios cuando los primarios operen a más de 6600 V. Los conductores de los circuitos secundarios deben alojarse en tubo (conduit) metálico, permanentemente puesto a tierra, a menos que estén protegidos contra daño mecánico y contra contacto de personas.

924-19. Instalación de transformadores de potencia y distribución. Los requisitos siguientes aplican a transformadores instalados al nivel del piso, en exteriores o interiores:

a) Instalación. Deben cumplirse las disposiciones establecidas en 450-8.

b) Transformadores que contengan aceite. En la instalación de transformadores que contengan aceite deben tenerse en cuenta las recomendaciones sobre protección contra incendio que se indican en 924-8 y el Artículo 450.

c) Edificios de subestaciones. En edificios que no se usen solamente para subestaciones, los transformadores deben instalarse en lugares especialmente destinados a ello de acuerdo con lo indicado en 450-9 y que sean solamente accesibles a personas calificadas.

d) Selección de los transformadores. Deben trabajar lo más próximo a 100% de su capacidad, conforme a los límites marcados por la confiabilidad operativa y requisitos de la carga que alimentan.

924-20. Medio aislante. Deben tomarse las medidas siguientes:

a) Cumplir con lo establecido en 450-25 y en áreas peligrosas, debe cumplir adicionalmente con lo indicado en el Capítulo 5.

b) Los líquidos aislantes deben ser biodegradables, no dañinos a la salud.

924-21. Ajuste de la protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de transformadores (excepto los de medición y control) debe cumplir con lo establecido en 450-3.

924-22. Locales para baterías. Los locales deben ser independientes con un espacio alrededor de las baterías para facilitar el mantenimiento, pruebas y reemplazo de celdas, cumpliendo con lo siguiente:

a) Local independiente. Las baterías se deben instalar 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.

b) Conductores y canalizaciones. No deben instalarse conductores desnudos 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.

En los locales para baterías, los conductores con envolturas barnizadas no deben usarse.

c) Terminales. Si en el local de las baterías se usan canalizaciones u otras cubierta metálicas, 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.

d) 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.

e) Equipos de calefacción. No deben instalarse equipos de calefacción de flama abierta o resistencias incandescentes expuestas en el local de las baterías.

f) 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 y apagadores deben localizarse fuera del local.

924-23. Puesta a tierra

Para disposiciones para puesta a tierra, véase el Artículo 921.

924-24. Tarimas y tapetes aislantes

Estos medios de protección no deben usarse como substitutos de los resguardos indicados en las Secciones anteriores.

Las tarimas deben ser de material aislante sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes también deben ser de material aislante.

En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipos de accionamiento manual, que operen a más de 1000 V entre conductores; su colocación no debe presentar obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes.

Para subestaciones tipo pedestal o exteriores no se requieren tapetes o tarimas aislantes.

ARTICULO 930-ALUMBRADO PUBLICO

A. Disposiciones generales

930-1. Objetivo y campo de aplicación. El objetivo de este Artículo es establecer las disposiciones para proporcionar una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche en vialidades y zonas públicas. Estas cualidades de visión pueden salvaguardar la seguridad de las personas y sus bienes, facilitando y fomentando el tráfico vehicular y peatonal.

NOTA: El cumplimiento de este Artículo no exime ninguna responsabilidad en cuanto a la observancia de lo dispuesto en otras Normas Oficiales Mexicanas.

930-2. Definiciones

Alumbrado Público. Sistema de iluminación de lugares o zonas públicas, con tránsito vehicular y peatonal, normalmente en exteriores**,** que proporciona una visión confortable durante la noche o en zonas obscuras.

Coeficiente de Utilización: es la relación entre el flujo luminoso emitido por el luminario que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso que emite(n) la(s) lámpara(s) solas del luminario.

Coeficiente de Utilización: Un coeficiente de utilización es derivado de la curva de utilización y es el porcentaje del lumens emitidos por la lámpara que inciden en uno o dos áreas de longitud infinita, una que se extiende al frente del luminario (lado calle) y la otra atrás del luminario (lado casa) cuando el luminario está nivelado y orientado sobre la vialidad en una manera equivalente en la cual fue probado. Ya que el ancho de la vialidad está expresado en términos de una relación de altura de montaje del luminario al ancho de la calle, este término no tiene unidades (unidimensional).

Confort visual. Grado de satisfacción visual producido por el entorno luminoso.

Deslumbramiento. Condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

Iluminancia (E=dΦ/dA). Es la relación del flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, la unidad de medida es el lux (lx).

Luminancia (L). La luminancia en un punto de una superficie y en una dirección dada, se define como la intensidad luminosa de un elemento de esa superficie, dividida por el área de la proyección ortogonal de este elemento sobre un plano perpendicular a la dirección considerada. La unidad de medida es la candela por metro cuadrado (cd/m^2).

930-3. Clasificación del alumbrado público. El nivel de iluminancia o la luminancia requeridas en una vialidad, se debe seleccionar de acuerdo a la clasificación en cuanto a su uso y tipo de zona en la cual se encuentra localizada:

a) Autopistas. Vialidades con alto tránsito vehicular de alta velocidad con control total de acceso y sin cruces al mismo nivel.

b) Carreteras. Vialidades que interconectan dos poblaciones con cruces al mismo nivel.

c) Vías principales y ejes viales. Vialidades que sirven como red principal para el tránsito de paso; conecta áreas de generación de tráfico y vialidad importante de acceso a la ciudad. Generalmente tiene alto tránsito peatonal y vehicular nocturno y puede tener circulación vehicular en contra flujo. Típicamente no cuenta con pasos peatonales.

d) Vías colectoras o primarias. Son vialidades que sirven para conectar el tránsito entre las vías principales y las secundarias.

e) Vías secundarias. Vialidades usadas fundamentalmente para acceso directo a zonas residenciales, comerciales e industriales, se clasifican a su vez en:

TIPO A-Vía de tipo residencial con alto tránsito peatonal nocturno, tránsito vehicular de moderado a alto, y con moderada existencia de comercios.

TIPO B-Vía de tipo residencial con moderado tránsito peatonal nocturno, tránsito vehicular de bajo a moderado y con moderada existencia de comercios.

TIPO C-Vía de acceso industrial que se caracteriza por bajo tránsito peatonal nocturno, moderado tránsito vehicular y baja actividad comercial.

f) Túneles. Para la clasificación de la estructura de los túneles, se deben tener en cuenta sus características dimensionales y su alineación geométrica.

1) Túnel Corto. Es el túnel recto cuya longitud total de un extremo a otro, a lo largo de su eje central, es igual o menor que la distancia mínima de seguridad de frenado. Un túnel corto puede tener hasta 25 m de largo, sin que necesite alumbrado durante el día, siempre que sea recto o el tráfico no sea muy intenso.

2) Túnel Largo. Es el túnel cuya longitud total es mayor que la distancia mínima de seguridad de frenado, o bien, aquel que por su alineación o curvatura impida observar al conductor la salida del mismo. En los túneles largos necesariamente existen zonas de umbral, transición, interior, nuevamente transición y umbral.

3) Túnel unidireccional. Es aquella estructura que consiste en dos recintos separados, cada uno de los cuales está diseñado para el flujo de tráfico en una sola dirección. Este tipo de túnel puede ser de uno o varios carriles.

4) Túnel bidireccional. Es aquella estructura que consiste de un solo recinto común diseñado para el flujo de tráfico en ambas direcciones. En este tipo de túnel, el nivel de luminancia en la zona interior, debe ser mayor que la correspondiente del túnel unidireccional.

5) Paso superior o paso inferior. Una estructura es considerada paso superior o paso inferior, cuando la longitud del mismo no excede el ancho de la vialidad superior o inferior, respectivamente.

6) Vía de acceso. Es el área externa de la vialidad que conduce al túnel.

7) Portal. Es el plano de entrada al interior del túnel.

8) Zona de entrada o umbral. Es la zona interior inicial del túnel donde se realiza la transición de un alto nivel de iluminación natural hasta el inicio de las zonas de transición y es igual que la distancia mínima de seguridad de frenado menos 15 m. La luminancia del túnel en esta zona durante el día debe ser relativamente alta con el fin de proporcionar visibilidad durante el proceso de adaptación del ojo, conforme el conductor se interne en el túnel.

9) Zona de transición. Es la zona después de la de umbral que permite al conductor la apropiada adaptación de la visión y debe disminuir gradualmente hasta la zona interior. La longitud de esta zona es igual que la distancia mínima de frenado.

10) Zona interior. Es la zona dentro del túnel que le sigue a la zona de transición, donde se completa la adaptación del ojo. El nivel de luminancia en esta zona debe mantenerse constante.

g) Los estacionamientos se clasifican:

1) Por su construcción

a. Abiertos.

b. Cerrados.

2) Por su actividad. Estos niveles reflejan la actividad vehicular y peatonal, normalmente identificados por los siguientes ejemplos:

a. Alta

Eventos deportivos de importancia.

Eventos cívicos y culturales de relevancia.

Centros comerciales regionales.

Restaurantes.

b. Media

Centros comerciales locales.

Eventos cívicos, culturales o recreacionales.

Areas de oficinas.

Areas de hospitales.

Areas de terminales aéreas, terrestres y de trasbordo.

Complejos residenciales

c. Baja

Centros comerciales pequeños.

Areas industriales.

Areas escolares.

Iglesias.

Otras actividades.

B. Especificaciones de los sistemas de alumbrado

930-4. Disposiciones generales. Se permite que las autopistas y carreteras puedan estar o no iluminadas, sin embargo se deben iluminar los tipos restantes de clasificaciones de alumbrado público indicados en 930-3.

A excepción de pasos a desnivel peatonales, alumbrado de emergencia e instalaciones temporales, no se permite el uso de lámparas incandescentes, fluorescentes, tungsteno-halógeno, vapor de mercurio y luz mixta para el alumbrado público.

930-5. Especificaciones auxiliares

a) Reflectancia del pavimento. Se deben considerar las características de reflectancia del pavimento para el cálculo de luminancia de una vialidad, las cuales son mostradas en la Tabla 930-5(a).

TABLA 930-5(a).- Características de reflectancia del pavimento

Clase	Qo	Descripción	Tipo de reflectancia
R_1	0,10	Superficie de concreto, cemento portland, superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales.	Casi difuso
R_2	0,07	Superficie de asfalto con un agregado compuesto de un mínimo de 60% de grava de tamaño mayor que 10 mm. Superficie de asfalto con 10 a 15% de abrillantador artificial en la mezcla agregada.	Difuso especular
R_3	0,07	Superficie de asfalto regular y con recubrimiento sellado, con agregados obscuros tal como roca o roca volcánica, textura rugosa después de algunos meses de uso (Típico de autopistas).	Ligeramente especular
R_4	0,08	Superficie de asfalto con textura muy tersa.	Muy especular

NOTA: Qo representa el coeficiente de luminancia media.

b) Distancia mínima de seguridad de frenado. En un túnel la distancia mínima de seguridad de frenado es aquella requerida para que un conductor pueda detener su vehículo con seguridad, a fin de no impactarse con objetos que se encuentren dentro del túnel. Dicha distancia varía de acuerdo a la velocidad de circulación permitida la cual se indica en la Tabla 930-5(b).

TABLA 930-5(b).- Distancia mínima de seguridad de frenado

Velocidad del Tráfico km/h	Distancia mínima de seguridad de frenado (m)
50	80
65	90
80	140
90	165
95	200
105	220

930-6. Niveles de luminancia e iluminancia. Se permite que las necesidades visuales a lo largo de las vialidades tipo autopistas, carreteras, vías principales, primarias y secundarias, puedan darse en términos de la iluminancia o de la luminancia.

La relación entre los valores de luminancia e iluminancia se derivan de condiciones generales para pavimentos secos y vialidades rectas. Esta relación no se aplica a los promedios.

Para autopistas con doble carril por sentido de circulación, donde el sistema de iluminación pueda diferir entre uno y otro, los cálculos deben realizarse para cada sentido en forma independiente.

Para autopistas, los valores mínimos se aplican tanto a la vialidad como a las rampas de acceso.

a) Niveles de luminancia

1) Vialidades. Las necesidades visuales del entorno a lo largo de una vialidad en función de la luminancia deben ser los descritos en la Tabla 930-6(a) que se muestra a continuación.

TABLA 930-6(a).- Valores mantenidos de luminancia

Clasificación de vialidades	Luminancia promedio mínima	Uniformidad de luminancia		Relación de luminancia de deslumbramiento
	L_{prom} (cd/m^2)	$L_{prom}/L_{mín}$	L_{max}/L_{min}	L_d/L_{prom}
Autopistas y carreteras	0,4	3,5 a 1	6 a 1	0,3 a 1
Vías de acceso controlado y Vías rápidas	1,0	3 a 1	5 a 1	0,3 a 1
Vías principales y ejes viales	1,2	3 a 1	5 a 1	0,3 a 1
Vías primarias o colectoras	0,8	3 a 1	5 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria residencial Tipo A	0,6	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria residencial Tipo B	0,5	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria industrial Tipo C	0,3	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1

Ld = Luminancia de deslumbramiento.

2) Túneles. Las Tablas 930-6(b) indican la forma para determinar los niveles de luminancia que deben mantenerse en túneles.

El nivel de luminancia en la zona de entrada o umbral del túnel para iluminación diurna o nocturna, debe determinarse teniendo en cuenta las condiciones indicadas en la Tabla 930-6(b)-1y 2 y en la Figura 930-6(b)-1.

TABLA 930-6(b)-1.- Nivel de luminancia de pavimento, promedio mínimo mantenido en la zona de entrada o umbral de túneles vehiculares (cd/m^2)

Características del túnel	Velocidad del tráfico (km/h)	Orientación		
		Norte	Este-Oeste	Sur
Vialidad abierta				
escena tipo 1	100	300	410	550
escena tipo 2 L_{TH} x 0,8*	80	250	350	470
escena tipo 3 L_{TH} x 0,9*	60	260	240	255
túnel urbano	100	260	240	255
rampa T	80	220	220	220
escenas tipo 4, 5 y 6	60	195	210	180
túnel de montaña	100	240	260	270
escena tipo 7	80	200	220	230
escena tipo 8	80	180	190	200

Observaciones:

1. L_{TH} = Luminancia de umbral o de entrada.

2. Los valores mostrados en esta tabla deben observarse únicamente para la luminancia en la zona de entrada o umbral.

3. * estos factores representan la reducción permitida en los valores de la luminancia L_{TH} debido a la luminancia resultante de la configuración del portal. Las diferentes escenas se indican en la Figura 930-6(b)-1

TABLA 930-6(b)-2.- Porcentajes de aplicación de los valores indicados en la Tabla 930-6(b)-1

			Salida visible				Salida no visible			
			Penetración de luz de día				Penetración de luz de día			
			Buena		Pobre		Buena		Pobre	
			Reflectancia de las paredes				Reflectancia de las paredes			
Longitud del túnel	Volumen de tráfico	Ciclistas	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja
Menos de 25 m	Ligero	No	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		Si	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Pesado	No	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		Si	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
25 m-100 m	Ligero	No	0 %	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		Si	0 %	0 %	50 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Pesado	No	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	100 %	100 %
		Si	50 %	50 %	50 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
101 m-250 m	Ligero	No	50 %	50 %	50 %	50 %	100 %	100 %	100 %	100 %
		Si	50 %	50 %	50 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	Pesado	No	50 %	50 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
		Si	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Más de 250 m	Ligero	No	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
		Si	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	Pesado	No	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
		Si	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

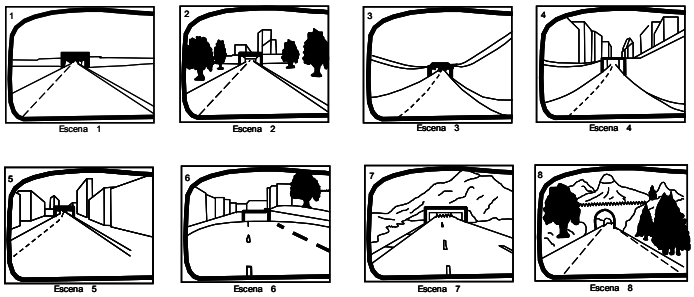


FIGURA 930-6(b)(1).- Tipos de escena indicados en la Tabla 930-6(b)(1)

Los niveles de luminancia en el interior del túnel para condiciones de luz diurna, debe cumplir con lo establecido en la Tabla 930-6(b)(3).

TABLA 930-6(b)-3.- Nivel de luminancia promedio mínimo mantenido sobre la vialidad en la zona interior durante el día (cd/m^2)

Distancia de frenado	Luminancia promedio en la superficie de la zona interior		
	Flujo de tráfico en número de vehículos		
	BAJO Menos de 2 400 promedio anual de tráfico diario	MEDIO Más de 2 400 y menos de 24 000 promedio anual de tráfico diario	PESADO Más de 24 000 promedio anual de tráfico diario
160 m	6 cd/m^2	8 cd/m^2	10 cd/m^2
100 m	4 cd/m^2	6 cd/m^2	8 cd/m^2
60 m	3 cd/m^2	4 cd/m^2	6 cd/m^2

Para la Iluminación nocturna en el interior del túnel los niveles de luminancia a lo largo del túnel durante la noche debe ser como mínimo de 2,5 cd/m^2. las vitalidades de entrada y salida del túnel deberán tener un nivel de luminancia no menor que 1/3 del nivel del interior del túnel al menos por una distancia mínima a la de seguridad de frenado.

Las paredes laterales del túnel arriba de 3 m por encima de la superficie de rodamiento del mismo, deberá tener un nivel mínimo de luminancia de 1/3 con respecto al existente en la vialidad.

Relaciones de uniformidad. Las tolerancias de la relación de uniformidad relativa a los niveles de luminancia en las diferentes zonas del túnel debe ser de 2 a 1, promedio a mínimo, y 3,5 a 1, máximo a mínimo. Estas tolerancias se aplican a los carriles en una sola dirección y se calculan en una sección transversal para túneles bidireccionales.

b) Niveles de iluminancia. Los niveles de iluminancia deben satisfacer los requerimientos indicados en las Tablas 930-6(c) a la 930-6(f), según aplique.

La Tabla 930-6(c) muestra los valores de iluminancia en función de las características de reflectancia del pavimento.

TABLA 930-6(c).- Valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx)

Clasificación de vialidades	Clasificación del pavimento			Uniformidad de la iluminancia	Andadores	
	R_1	R_2 y R_3	R_4	E_{prom}/E_{min}	Iluminancia promedio horizontal mínima	Iluminancia vertical promedio para seguridad [1]
Autopistas y carreteras	4	6	5	3 a 1	---	---
Vías de acceso controlado y vías rápidas	10	14	13	3 a 1		
Vías principales y ejes viales	12	17	15	3 a 1	10	22
Vías primarias y colectoras	8	12	10	4 a 1		
Vías secundaria residencial Tipo A	6	9	8	6 a 1		
Vías secundaria residencial Tipo B	5	7	6	6 a 1	10	22
Vías secundaria industrial Tipo C	3	4	4	6 a 1	6	11
Andadores alejados de vialidades	---	---	---	---	5	5
Túneles de peatones	---	---	---	---	43	54

[1] Medido a una altura de 1,6 m.

TABLA 930-6(d).- Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida con superpostes

Clasificación de vialidades	Iluminancia horizontal E_{prom} (lx)
Autopistas y carreteras	6
Vías de acceso controlado y vías rápidas	14
Vías principales y ejes viales	17
Vías primarias o colectoras	12

Observaciones:

1. Uniformidad mínima de iluminancia 6 a 1 (promedio a mínimo), para todas las clasificaciones de vialidades a los niveles de iluminancia recomendados anteriormente.

Estos valores de diseño se aplican solamente a la porción de rodamiento de vialidades. Los intercambios (distribuidores) se analizan individualmente con el propósito de establecer los niveles de iluminancia y uniformidad.

TABLA 930-6(e).- Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida para estacionamientos abiertos

Nivel de actividad	Area general de estacionamiento y peatonal	
	Mínimo sobre el pavimento Lx	Uniformidad $E_{prom}/E_{mín}$
Alta	10,0	4 a 1
Media	6,0	4 a 1
Baja	2,0	4 a 1

TABLA 930-6(f).- Valores mantenidos mínimos de iluminancia para estacionamientos cerrados

Turno	Area general de estacionamiento y peatonal Lx	Rampas y esquinas lx	Accesos lx	Escaleras Rango de iluminancias lx
Diurno	54,0	110,0	540,0	100-150-200
Nocturno	54,0	54,0	54,0	100-150-200

NOTAS:

1. Aplicable para cualquier nivel de actividad.

2. La relación mínima de iluminancia en todos los casos es 4 a 1 ($E_{prom}/E_{mín}$).

A. Especificaciones de los componentes

930-7. Luminarios. Los luminarios a instalarse deben estar aprobados (véase 110-2) y cumplir con los siguientes incisos:

a) Luminarios. Todo luminario empleado en alumbrado público debe estar aprobado y construido y diseñado específicamente para los requerimientos y necesidades propias del alumbrado público, y deben ser adecuados para lugares húmedos, mojados o a la intemperie dependiendo del lugar donde se instalen.

b) Coeficientes de utilización. Los luminarios para el alumbrado de vialidades deben cumplir con los coeficientes de utilización para los que fueron aprobados (véase 110-2).

930-8. Balastros. Los balastros a emplear en las instalaciones de Alumbrado Público deben estar aprobados (véase 110-2), deben ser de bajas pérdidas, electromagnéticos o electrónicos para lámparas de vapor de sodio en alta presión o aditivos metálicos y adicionalmente deben:

a) Factor de potencia mayor que 90%.

b) La corriente eléctrica de arranque de línea debe ser menor o igual que la nominal de línea medida, a menos que se cuente con las protecciones especificadas.

c) La tensión eléctrica nominal de operación de los balastros debe ser la especificada en su aprobación (véase 110-2).

d) Operar satisfactoriamente para variaciones de $\pm$ 10% de la tensión eléctrica nominal de alimentación, en cuanto a los límites establecidos por los trapezoides correspondientes para vapor de sodio en alta presión.

e) Operar satisfactoriamente para variaciones $\pm$ 10% de la tensión eléctrica nominal de alimentación para lámparas de aditivos metálicos.

930-9. Fotocontroladores. El uso de fotocontroladores en los sistemas de alumbrado público es obligatorio para vialidades tipo autopistas y carreteras, vías principales, primarias y secundarias. Los fotocontroladores deben ser de un tipo aprobado (véase 110-2). Los fotocontroladores se pueden sustituir por un dispositivo electrónico de control tipo encendido-apagado aprobado.

930-10. Cables de alimentación. Los conductores a instalar deben estar aprobados. Las instalaciones para el alumbrado público se deben realizar de acuerdo con lo descrito en esta norma.

930-11. Aislamientos. Los aislamientos a emplear en las instalaciones de alumbrado público deben ser los previstos en esta norma.

930-12. Canalizaciones

a) Canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones empleadas en alumbrado público deben estar aprobadas (véase 110-2).

b) Otros requerimientos. Cuando se instalen cables en canalizaciones, estas deben cumplir con los requerimientos aplicables de los Artículos 922, 923, 331, 345 a 351 y los requisitos aplicables correspondientes del Artículo 370.

930-13. Soportes del luminario. Cuando un luminario se instala en ambientes húmedos o mojados o a la intemperie, los soportes metálicos del luminario, como postes, ménsulas, abrazaderas, tornillos, u otros elementos similares, deben ser de metal inherentemente resistente a la corrosión y cumplir con lo siguiente:

a) Ménsulas o brazos, y abrazaderas. Cuando se utilicen, ménsulas, abrazaderas o elementos similares, deben ser de acero con algún recubrimiento resistente a la corrosión, o material inherentemente resistente a la corrosión.

b) Postes. Cuando se utilicen postes para el Alumbrado Público, deben cumplir con las disposiciones aplicables de los Artículos 922 y 410.

c) Tornillería. La tornillería empleada para la sujeción de luminarios, debe tener la resistencia mecánica para soportar el peso del luminario y sus soportes y tener un recubrimiento para resistir la corrosión que se pudiera presentar en el lugar.

930-14. Portalámparas. Los portalámparas deben estar aprobados (véase 110-2).

930-15. Protecciones. Las protecciones a emplear en las instalaciones de alumbrado público son las previstas en esta norma según lo establecido en el Artículo 240.

B. Métodos de alambrado

930-16. Métodos de alambrado. Las instalaciones para el alumbrado público se deben realizar de acuerdo con lo descrito a continuación:

a) Disposiciones generales

1) Los conductores de alimentación deben ser continuos, sin empalmes ni derivaciones de la acometida al luminario.

2) Cuando se presente la necesidad de hacer un empalme o una derivación, éstos deben quedar alojados en un registro.

3) Se deben asegurar los empalmes entre los cables del luminario y los de alimentación tanto eléctrica como mecánicamente, y el material usado para aislarlos, debe tener una clase térmica al menos igual que la de los cables para la alimentación del luminario.

4) Cuando los conductores de alimentación pasen a través de un orificio debe estar libre de rebabas o filos cortantes.

5) Se debe limpiar el interior de toda canalización, para evitar que queden desperdicios de materiales, que puedan dañar el forro de los conductores.

6) La alimentación al luminario debe realizarse con cable con aislamiento tipo THHW, o similar de tamaño nominal mínimo de 5,26 mm^2 (10 AWG), para 600 V, y con clase térmica del aislamiento de al menos 90°C, a menos que el marcado del luminario indique usar cables de mayores dimensiones y características.

b) Instalación en postes

1) Cuando un luminario esté instalado en postes de distribución de concreto, madera o metálicos deben mantener una distancia mínima de seguridad según lo especificado en esta norma entre el conductor de distribución más bajo y la parte superior del luminario o del soporte metálico de éste.

2) Cuando se usen postes metálicos para soportar luminarios y conductores de alimentación confinados, se deben cumplir las condiciones establecidas en 410-15(b).

3) El cable de alimentación para postes de distribución debe ir por el interior de la ménsula.

4) La instalación de bajadas y alimentación del control para el circuito de alumbrado público, se debe hacer en tubo (conduit) metálico.

c) Instalaciones subterráneas. Los requisitos generales para la aplicación de esta Sección están contenidos en el Artículo 923 y además deben cumplir con lo siguiente:

1) Las canalizaciones en banquetas, no se deben iniciar previa a la existencia de guarniciones, a menos que se instalen a una distancia mínima de 90 cm con respecto al paño exterior de la guarnición.

2) Cuando estén colocadas en los cruceros, se deben instalar antes de iniciar la construcción del pavimento.

3) Se deben construir de tal forma que por ningún motivo queden alojadas por debajo de cimentaciones de cualquier tipo, principalmente cuando éstas correspondan a equipo, maquinaria o edificaciones, ni donde haya vapores corrosivos o inflamables.

930-17. Método de protección y desconexión. El alumbrado público debe contar con medios de protección, conexión y desconexión, con el fin de aislar fallas eléctricas que causen daños al equipo, y para permitir las labores de mantenimiento y servicio de la instalación.

Para proteger, conectar y desconectar el equipo, se deben utilizar interruptores termomagnéticos de operación simultánea, de navajas con fusibles, interruptores automáticos, o dispositivos de similares características, como se ejemplifica en la Figura 930-17.

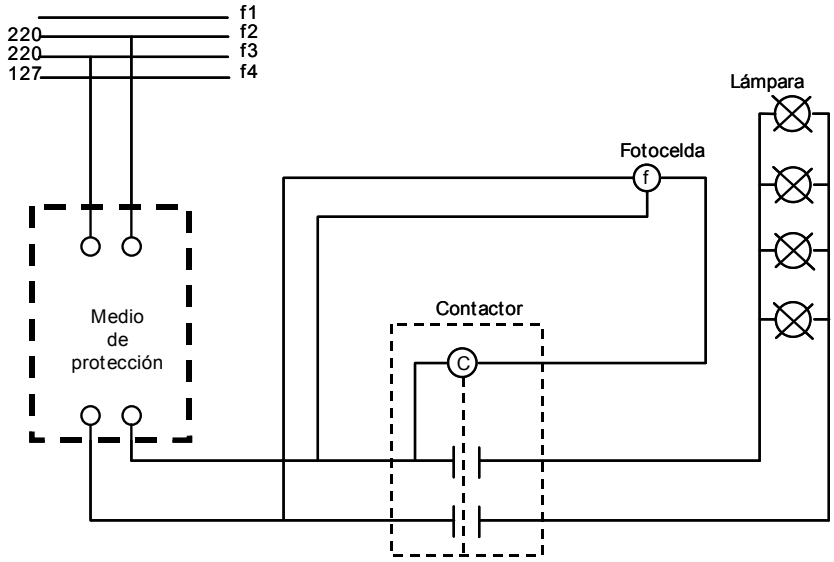


FIGURA 930-17

930-18. Puesta a tierra. La instalación de puesta a tierra del sistema de alumbrado, debe ajustarse a lo indicado en el Artículo 250 y conforme a lo dispuesto en 410-17 al 410-19.

La colocación del cable para el sistema de tierra debe ser de las características señaladas en 250-91 (b) y de tamaño nominal de acuerdo a lo indicado en 250-95. El cable de puesta a tierra debe ser continuo, sin empalmes y en su caso utilizando conectores aprobados.

La colocación de conexión del electrodo se debe hacer en el lugar y a la profundidad señalada. La conexión del cable al electrodo se debe realizar con abrazaderas o conectores adecuados, de acuerdo a lo indicado en 250-92(a).

930-19. Ubicación del luminario. La estructura del alumbrado público debe de cumplir con los siguientes requisitos:

a) Separación de lugares accesibles. Los luminarios para alumbrado de vialidades primarias y secundarias, deben tener una separación medida horizontalmente mayor que 1,5 m de ventanas, pórticos y otros lugares accesibles al público en general.

b) Daño físico. Cada luminario debe ubicarse de tal manera que no provoque o reciba daño físico de, o hacia vehículos o peatones.

4.10 TABLAS

CAPITULO 10

TABLA 10-1. Factores de relleno en tubo (conduit)

Número de conductores	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

NOTA: Esta Tabla 10-1 se basa en las condiciones más comunes de cableado y alineación de los conductores, cuando la longitud de los tramos y el número de curvas de los cables están dentro de límites razonables. Sin embargo, en determinadas condiciones se podrá ocupar una parte mayor o menor de los conductos.

Instrucciones para uso de la Tabla 10-1. Véase en el Apéndice C el número máximo de conductores y cables de aparatos (todos de igual área de sección transversal, incluido el aislamiento) permitidos para las distintas dimensiones nominales de tubo (conduit).

2. La Tabla 10-1 se aplica sólo a instalaciones completas de tubo (conduit) y no a conductos que se emplean para proteger a los cables expuestos a daño físico.

3. Para calcular el por ciento de ocupación de los cables en tubo (conduit), se debe tener en cuenta los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando se utilicen. En los cálculos se debe utilizar la dimensión real y total de los conductores, tanto si están aislados como desnudos.

4. Cuando entre las cajas, gabinetes y envolventes similares se instalan tramos de tubo (conduit) cuya longitud total no supera 60 cm., se permite que esos tramos estén ocupados hasta 60% de su sección transversal total y que no se aplique lo que establece la Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V del Artículo 310.

5. Para conductores no incluidos en el Capítulo 10, como por ejemplo los cables de varios conductores, se deben utilizar sus dimensiones reales.

6. Para combinaciones de conductores de distinto tamaño nominal se aplican las Tablas 10-5 y 10-8 del Capítulo 10 para dimensiones de los conductores y la Tabla 10-4 del mismo Capítulo 10 para las dimensiones de tubo (conduit).

7. Cuando se calcula el número máximo de conductores permitidos en tubo (conduit), todos del mismo tamaño (incluido el aislamiento), si los cálculos del número máximo de conductores permitido dan un resultado decimal de 0,8 o superior, se debe tomar el número inmediato superior.

8. Cuando otras Secciones de esta norma permitan utilizar conductores desnudos, se permite utilizar las dimensiones de los conductores desnudos de la Tabla 10-8 del Capítulo 10.

9. Para calcular el por ciento de ocupación en tubo (conduit), un cable de dos o más conductores se considera como un solo conductor. Para cables de sección transversal elíptica, el cálculo del área de su sección transversal se hace tomando el diámetro mayor de la elipse como diámetro de un círculo.

10. Cuando se instalen tres conductores o cables en la misma canalización, si la relación entre el diámetro interior de la canalización y el diámetro exterior del cable o conductor está entre 2,8 y 3,2, se podrían atascar los cables dentro de la canalización, por lo que se debe instalar una canalización de tamaño inmediato superior. Aunque también se pueden atascar los cables dentro de una canalización cuando se utilizan cuatro o más, la probabilidad de que esto suceda es muy baja.

TABLA 10-4. Dimensiones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores (basado en la Tabla 10-1, Capítulo 10)

Designación	Diámetro interior mm	Area interior total mm^2	Area disponible para conductores mm^2		
			Uno conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de dos conductores fr = 40%
16 (1/2)	15,8	196	103	60	78
21 (3/4)	20,9	344	181	106	137
27 (1)	26,6	557	294	172	222
35 (1-1/4)	35,1	965	513	299	387
41 (1-1/2)	40,9	1313	697	407	526
53 (2)	52,5	2165	1149	671	867

63 (2-1/2)	62,7	3089	1638	956	1236
78 (3)	77,9	4761	2523	1476	1904
91 (3-1/2)	90,1	6379	3385	1977	2555
103 (4)	102,3	8213	4349	2456	3282
129 (5)	128,2	12907	6440	4001	5163
155 (6)	154,1	18639	9879	5778	7456

*Para tubo (conduit) t flexible metálico o no metálico y para tubo (conduit) de PVC y de polietileno, los cálculos deberán basarse en las dimensiones interiores reales proporcionadas por el fabricante o indicadas en la norma de producto.

Nota: El tamaño nominal del tubo es el correspondiente a la normativa internacional IEC. De forma que el lector se familiarice con la designación internacional en la Tabla anterior se indica entre paréntesis la designación correspondiente en pulgadas.

TABLA 10-5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de artefactos

Tipos: AFF, FFH-2, RFH-1, RFH-2, RH, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, XF, XFF				
Tipo	**Tamaño o designación**		**Diámetro Aprox. mm**	**Area Aprox. mm^2**
	mm^2	**AWG**		
RFH-2 FFH-2	0,824	18	3,45	9,44
	1,31	16	3,76	11,1
RH	2,08	14	4,14	13,5
	3,31	12	4,62	16,8
RHW-2, RHH RHW RH, RHH RHW RHW-2	2,08	14	4,90	18,9
	3,31	12	5,38	22,8
	5,26	10	5,99	28,2
	8,37	8	8,28	53,9
	13,3	6	9,25	67,2
	21,2	4	10,5	86,0
	26,7	3	11,2	98,1
	33,6	2	12,0	113
	42,4	1	14,8	172
	53,5	1/0	15,8	196
	67,4	2/0	16,97	226,13
	85,0	3/0	18	263
	107	4/0	19,8	307
	127	250	22,7	406
	152	300	24,1	457
	177	350	25,4	508
	203	400	26,6	557
	253	500	28,8	650
	304	600	31,6	783
	355	700	33,4	875
	380	750	34,2	921
	405	800	35,1	965
	456	900	36,7	1057
	507	1 000	38,2	1143
	633	1250	43,9	1515
	760	1500	47,0	1738
	887	1750	49,9	1959
	1 010	2 000	52,6	2175
SF-2, SFF-2	0,824	18	3,07	7,42

Tipo	Tamaño o designación		Diámetro Aprox. mm	Area Aprox. mm^2
	mm^2	AWG		
	1,31	16	3,38	8,97
	2,08	14	3,76	11,1
SF-1, SFF-1	0,824	18	2,31	4,19
RFH-1, AF, XF, XFF	0,824	18	2,69	5,16
AF, TF, TFF, XF, XFF	1,31	16	3,00	7,03
AF, XF, XFF	2,08	14	3,38	8,97
Tipos: AF, RHH*, RHW*, RHW-2*, THW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN-2, XF, XFF				
RHH*, RHW*, RHW-2* AF, XF, XFF RHH*, RHW*, RHW-2*	2,08	14	4,14	13,5
	3,31	12	4,62	16,8
	5,26	10	5,23	21,5
	8,37	8	6,76	35,9
TW, THHW, THHW-LS THW, THW-LS THW-2	2,08	14	3,38	8,97
	3,31	12	3,86	11,7
	5,6	10	4,47	15,7
	8,37	8	5,99	28,2
TW THW THW-LS THHW THHW-LS THW-2 RHH* RHW* RHW-2*	13,3	6	7,72	46,8
	21,2	4	8,94	62,8
	26,7	3	9,65	73,2
	33,6	2	10,5	86,0
	42,4	1	12,5	123
	53,5	1/0	13,5	143
	67,4	2/0	14,7	169
	85,0	3/0	16,0	201
	107	4/0	17,5	240
	127	250	19,4	297
	152	300	20,8	341
	177	350	22,1	384
	203	400	23,3	427
	253	500	25,5	510
	304	600	28,3	628
	355	700	30,1	710
	380	750	30,9	752
	405	800	31,8	792
	456	900	33,4	875
	507	1 000	34,8	954
	633	1250	39,1	1 200
	760	1500	42,2	1400
	887	1750	45,1	1598
	1 010	2 000	47,8	1795
TFN	0,824	18	2,13	3,55
TFFN	1,31	16	2,44	8,58
THHN THWN THWN-2	2,08	14	2,82	6,26
	3,31	12	3,30	8,58
	5,26	10	4,17	13,6
	8,37	8	5,49	23,6
	13,3	6	6,45	32,7
	21,2	4	8,23	53,2

Tipo	Tamaño o designación		Diámetro Aprox. mm	Area Aprox. mm^2
	mm^2	AWG		
	26,7	3	8,94	62,8
	33,6	2	9,75	74,7
	42,4	1	11,3	100
	53,5	1/0	12,3	120
	67,4	2/0	13,5	143
	85,0	3/0	14,8	173
	107	4/0	16,3	209
	127	250	18	256
	152	300	19,5	297
Tipos: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, TFE, THHN, THWN, THWN-2, ZF, ZFF				
THHN THWN THWN-2	177	350	20,8	338
	203	400	21,9	378
	253	500	24,1	456
	304	600	26,7	560
	355	700	28,	638
	380	750	29,4	677
	405	800	30,2	715
	456	900	31,8	794
	507	1 000	33,3	870
PF, PGFF, PGF, PFF	0,824	18	2,18	3,74
PTF, PAF, PTFF, PAFF	1,31	16	2,49	4,84
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF PAF, PTFF, PAFF, TFEFEP, PFA, FEPB, PFAH	2,08	14	2,87	6,45
TFE, FEP PFA, FEPB PFAHI	3,31	12	3,35	8,84
	5,26	10	3,96	12,3
	8,37	8	5,23	21,5
	13,3	6	6,20	30,2
	21,2	4	7,42	43,3
	26,7	3	8,13	51,9
	33,6	2	8,94	62,8
Tipos: PAF, PFAH, TFE, Z, ZF, ZFF				
TFE PFA PFAH, Z	42,4	1	10,7	90,3
	53,5	1/0	11,7	108
	67,4	2/0	12,9	131
	85,0	3/0	14,2	159
	107	4/0	15,7	194
ZF, ZFF	0,824	18	1,93	2,90
	1,31	16	2,24	3,94
Z, ZF, ZFF	2,08	14	2,62	5,35
	3,31	12	3,10	7,55
	5,26	10	3,96	12,3
	8,37	8	4,98	19,50

Tipo	Tamaño o designación		Diámetro Aprox. mm	Area Aprox. mm^2
	mm^2	AWG		
	13,3	6	5,94	27,7
	21,2	4	7,16	40,3
	26,7	3	8,38	55,2
	33,6	2	9,19	66,4
	42,4	1	10,21	81,9
Tipos: XHH, XHHW, XHHW-2, ZW				
XHH, ZW XHHW-2 XHH	2,08	14	3,38	8,97
	3,31	12	3,86	11,68
	5,26	10	4,47	15,68
	8,37	8	5,99	28,19
	13,3	6	6,96	38,06
	21,2	4	8,18	52,52
	26,7	3	8,89	62,06
	33,6	2	9,70	73,94
XHHW XHHW-2 XHH	42,4	1	11,23	98,97
	53,5	1/0	12,24	117,74
	67,4	2/0	13,41	141,29
	85,0	3/0	14,73	170,45
	107	4/0	16,21	206,26
	127	250	17,91	251,87
	152	300	19,30	292,64
	177	350	20,60	333,29
	203	400	21,79	373,03
	253	500	23,95	450,58
	304	600	26,75	561,87
	355	700	28,55	640,19
	380	750	29,41	679,48
	405	800	30,23	1362,71
	456	900	31,85	796,84
Tipos: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW-2, ZW				
XHHW XHHW-2 XHH	507	1 000	33,3	872,19
	633	1250	37,6	1108
	760	1500	40,7	1300
	887	1750	43,6	1492
	1 010	2 000	46,3	1682
KF-2 KFF-2	0,824	18	1,60	2,00
	1,31	16	1,91	2,84
	2,08	14	2,29	4,13
	3,31	12	2,77	6,00
	5,26	10	3,38	8,97
KF-1 KFF-1	0,824	18	1,45	1,68
	1,31	16	1,75	2,39
	2,08	14	2,13	3,55
	3,31	12	2,62	5,35
	5,26	10	3,23	8,19

TABLA 10-8.- Propiedades de los conductores

Tamaño o	Conductores	Resistencia a la c.c. a 75°C

designación		Alambres componentes		Dimensiones totales		Cobre		Aluminio
mm^2	AWG kcmil	Cantidad	Diámetro mm	Diámetro Mm	Area mm^2	Sin estañar Ω/km	Estañado Ω/km	Ω/km
0,824	18	1	1,02	1,02	0,82	25,5	26,5	
0,824	18	7	0,381	1,17	1,07	26,1	27,7	
1,31	16	1	1,29	1,29	1,31	16,0	16,7	
1,31	16	7	0,483	1,47	1,70	16,4	17,4	
2,08	14	1	1,63	1,63	2,08	10,1	10,5	
2,08	14	7	0,61	1,85	2,70	10,3	10,7	
3,31	12	1	2,05	2,05	3,32	6,33	6,59	
3,31	12	7	0,762	2,34	4,29	6,50	6,73	
5,26	10	1	2,59	2,59	5,26	3,97	4,13	
5,26	10	7	0,965	2,95	6,82	4,07	4,23	
8,37	8	1	3,26	3,26	8,37	2,51	2,58	
8,37	8	7	1,24	3,71	10,8	2,55	2,65	
13,3	6	7	1,55	4,67	17,2	1,61	1,67	2,65
21,2	4	7	1,96	5,89	27,3	1,01	1,05	1,67
26,7	3	7	2,21	6,60	343	0,804	0,833	1,32
33,6	2	7	2,46	7,42	43,2	0,636	0,659	1,05
42,4	1	19	1,68	8,43	55,9	0,505	0,525	0,830
53,5	1/0	19	1,88	9,45	70,1	0,400	0,417	0,659
67,4	2/0	19	2,13	10,6	88,5	0,317	0,331	0,522
85,0	3/0	19	2,39	11,9	112	0,252	0,261	0,413
107	4/0	19	2,69	13,4	141	0,199	0,205	0,328
127	250	37	2,08	14,6	168	0,169	0,176	0,278
152	300	37	2,29	16,0	201	0,141	0,146	0,232
177	350	37	2,46	17,3	235	0,120	0,125	0,198
203	400	37	2,64	18,5	269	0,105	0,109	0,174
253	500	37	2,95	20,7	335	0,0846	0,0869	0,139
304	600	61	2,51	22,7	404	0,0702	0,0731	0,116
355	700	61	2,72	24,5	471	0,0604	0,0620	0,0994
380	750	61	2,82	25,3	505	0,0561	0,0577	0,0925
405	800	61	2,90	26,2	538	0,0528	0,0544	0,0869
456	900	61	3,10	27,8	606	0,0469	0,0482	0,0771
507	1 000	61	3,25	29,3	672	0,0423	0,0433	0,0695
633	1250	91	2,97	32,7	842	0,0338	0,0348	0,0544
760	1500	91	3,25	35,9	1010	0,0281	0,0289	0,0462
887	1750	127	2,97	38,8	1180	0,0241	0,0248	0,0397
1 010	2 000	127	3,20	41,4	1350	0,021	0,0217	0,0348

Notas a la tabla 10-8: Estos valores de resistencia son válidos sólo para los parámetros indicados. Los valores varían para conductores de distinto cableado y sobre todo para otras temperaturas. La fórmula para otras temperaturas es: $R_2 = R_1 [1 + \alpha (T2-75)]$, donde α = 0,00323 para el cobre y α =0,00330 para el aluminio. Los conductores con cableado compacto y comprimido tienen aproximadamente un 9 y 3% menos de diámetro respectivamente de los conductores desnudos que aparecen en la Tabla.

TABLA 11(a). Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos Clase 2 y Clase 3 en c.a.

		Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente)				Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente)			
Tipo de circuito		Clase 2			Clase 3	Clase 2			Clase 3
Tensión eléctrica del circuito Vmáx (V)(Nota 1)		0 a 20#	Más de 20 Hasta 30#	Más de 30 Hasta 150	Más de 30 hasta 100	0 a 20#	Más de 20 hasta 30#	Más de 30 hasta 100	Más de 100 hasta 150
Limitaciones de potencia VA máx (VA)		--	--	--	--	250 (Nota 3)	250	250	N.A.
Limitaciones de corriente I máx (A) (Nota1)		8,0	8,0	0,005	$150/V_{máx}$	1 $000/V_{máx}$	1 $000/V_{máx}$	1 $000/V_{máx}$	1,0
Máxima protección contra sobrecorriente (A)		--	--	--	--	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	1,0
Datos máximos de placa de la fuente de potencia	VA	$5,0xV_{máx}$	**100**	$0,005V_{máx}$	100	$5,0xV_{máx}$	100	100	100
	A								

		5,0	**100/$V_{máx}$**	0,005	100/$V_{máx}$	5,0	100/$V_{máx}$	100/$V_{máx}$	100/$V_{máx}$
Cables alimentadores		Véase 725-37							
Cables del circuito		Véanse 725-49 a 725-53							

#Los límites de tensión eléctrica son para c.a. senoidal, en lugares interiores o donde no es probable que ocurra el contacto con agua. Para valores no senoidales o condiciones de contacto en agua, véase la nota 2.

TABLA 11(b) Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos Clase 2 y Clase 3 en c.c.

		Fuente de potencia inherentemente limitada (nota 4) (no requiere protección contra sobrecorriente)					Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente)			
Tipo de circuito		Clase 2				Clase 3	Clase 2		Clase 3	
Tensión eléctrica del circuito $V_{máx}$ (V) (Nota1)		0 a 20##	Más de 20 hasta 30##	Más de 30 hasta 60##	Más de 60 hasta 150	Más de 60 hasta 100	0 a 20##	Más de 20 hasta 60##	Más de 60 hasta 100	Más de 100 hasta 150
Limitaciones de potencia $(VA)_{máx}$ (Nota1)		--	--	--	--	--	250 (Nota 3)	250	250	N.A.
Limitaciones de corriente $I_{máx}$ (A) Nota1		8,0	8,0	150/$V_{máx}$	0,005	150/$V_{máx}$	1 000/$V_{máx}$	1 000/$V_{máx}$	1 000/$V_{máx}$	1,0
Máxima protección contra sobrecorriente (A)		--	--	--	--	--	5,0	100/$V_{máx}$	100/$V_{máx}$	1,0
Datos máximos de placa de la fuente de potencia	**VA**	5,0x$V_{máx}$	100	100	0,005 $V_{máx}$	100	5,0x$V_{máx}$	100	100	100
	A	5,0	100/$V_{máx}$	100/$V_{máx}$	0,005	100/$V_{máx}$	5,0	100/$V_{máx}$	100/$V_{máx}$	100/$V_{máx}$
Cables alimentadores		Véase 725-37								
Cables de circuito		Véanse 725-49 a 725-53								

Los límites de tensión eléctrica son para corriente eléctrica continua no interrumpida, en lugares interiores o en donde no es probable que ocurra contacto con agua. Para corriente eléctrica continua con pulsos de interrupción o condiciones de contacto con agua, véase la Nota 5.

OBSERVACIONES A LAS TABLAS 11(a) y 11(b)

1. $V_{máx}$: Tensión eléctrica máxima de salida para cualquier tipo de carga y aplicando la tensión eléctrica de entrada nominal.

$I_{máx}$: Corriente eléctrica máxima de salida bajo cualquier carga no capacitiva, incluyendo el cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente puenteada, si se usa. Cuando un transformador limita la corriente eléctrica de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de un minuto de operación. Cuando la corriente eléctrica de salida se limita por medio de una impedancia limitadora de corriente eléctrica, aprobada para ese uso, o que forme parte de un equipo aprobado, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía (ejemplo una batería de acumuladores), los límites de $I_{máx}$ se aplican después de cinco segundos.

$VA_{máx}$: Potencia aparente máxima de salida, después de un minuto de operación para cualquier tipo de carga y con la protección contra sobrecorriente puenteada, si se usa. La impedancia limitadora de corriente eléctrica no debe puentearse cuando se esté determinando $I_{máx}$ y $VA_{máx}$.

2. Para c.a. no senoidal, $V_{máx}$ no debe ser mayor que 42,4 V pico. Cuando puede haber contacto con agua (no incluyendo inmersión), deben usarse métodos de alambrado Clase 3, o $V_{máx}$ no debe ser mayor que 15 V para c.a. senoidal y 21,2 V pico para c.a. no senoidal.

3. Si la fuente de potencia es un transformador, $VA_{máx}$ es 350 o menos cuando $V_{máx}$ es 15 o menos.

4. Debe considerarse a una batería de tipo seco como una fuente de potencia inherentemente limitada, siempre y cuando la tensión eléctrica sea de 30 V o menor y la capacidad igual o menor que la que se consigue de baterías del No. 6 de celdas de zinc y carbón conectadas en serie.

5. Para c.c. con pulsos de interrupción de 10 a 200 Hz, $V_{máx}$ no debe ser mayor que 24,8 V. Cuando puede ocurrir contacto con agua (no incluyendo inmersión total) deben usarse los métodos de alambrado Clase 3, o $V_{máx}$ no debe ser mayor que 30 V para corriente eléctrica continua no interrumpida, o 12,4 V para c.c. con pulsos de interrupción de 10 a 200 Hz.

TABLA 12(a).- Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna para PLFA (circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		**Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)**			**Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)**		
Tensión del circuito $V_{máx}$ (voltios) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 100	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia $VA_{máx}$ (voltamperios) (véase la Nota 1)		-	-	-	250 (véase la Nota 3)	250	**N.A**
Limitaciones de corriente $I_{máx}$ (amperios) (Véase la Nota 1)		8,0	8,0	150/$V_{máx}$	1000/ $V_{máx}$	1000/ $V_{máx}$	1,0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperios)		-	-	-	5,0	100/ $V_{máx}$	1,0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperios)	5,0 x **V**$_{máx}$	100	100	5,0 x $V_{máx}$	100	100
	Corriente (amperios)	5,0	100/**V**$_{máx}$	100/**V**$_{máx}$	5,0	100/**V**$_{máx}$	100/**V**$_{máx}$

NOTA-* Estos intervalos de tensión presentados son para c.a. sinusoidal en lugares interiores o en donde no es probable que ocurra un contacto en mojado. Para corrientes no sinusoidales o condiciones de contacto en mojado, v

TABLA 12(b).- Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente continua para PLFA (circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		**Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)**				**Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)**		
Tensión del circuito $V_{máx}$ (voltios) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20	Más de 20 y hasta 30	Más de 30 y hasta 100	Más de 100 y hasta 250	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia $VA_{máx}$ (voltamperios) (véase la Nota 1)		-	-	-	-	250 (véase la Nota 3)	250	N.A
Limitaciones de corriente $I_{máx}$ (amperios) (Véase la Nota 1)		8,0	8,0	150/$V_{máx}$	0,030	1000/ $V_{máx}$	1000/ $V_{máx}$	1,0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperios)		-	-	-	-	5,0	100/ $V_{máx}$	1,0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperios)	5,0 x **V**$_{máx}$	100	100	0,030 x **V**$_{máx}$	5,0 x $V_{máx}$	100	100
	Corriente (amperios)	5,0	100/**V**$_{máx}$	100/**V**$_{máx}$	0,030	5,0	100/**V**$_{máx}$	100/**V**$_{máx}$

NOTAS A LAS TABLAS 12(a) y 12(b)

1 $V_{máx}$, $I_{máx}$ y $VA_{máx}$, se determinan como sigue:

$V_{máx}$= tensión máxima de salida, independiente de la carga y con la entrada nominal aplicada.

$I_{máx}$ =corriente máxima de salida para cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se usa, conectado en derivación (cortocircuito). Cuando hay un transformador que limita la corriente de salida, los límites a Imáx se aplican después de 1 minuto de operación. Cuando se use una impedancia de limitación de corriente, certificada para ese fin, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía como por ejemplo una batería, para limitar la corriente de salida, los límites $I_{máx}$ se aplican después de 5 segundos.

$VA_{máx}$ = salida máxima en voltamperios después de 1 minuto de operación, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si está instalado, conectado en derivación (cortocircuito). Para determinar $I_{máx}$ y $VA_{máx}$ no se debe conectar en derivación (cortocircuitar) la impedancia de limitación de corriente.

2 Si la fuente de alimentación es un transformador, $VA_{máx}$ es 350 o menos, cuando $V_{máx}$ es igual o menor qe 15 V.

APENDICE A (NORMATIVO)

TABLAS ADICIONALES DE CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE

TABLA A-310-1.- Capacidad de conducción de corriente (A) para dos o tres conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales, con un recubrimiento general (cable multiconductor) en una canalización al aire libre para una temperatura ambiente de 30°C.

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
mm^2	AWG o kcmil	TIPOS TW* UF	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, ZW	TIPOS THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW	TIPOS RHW*, THHW*, THW, THWN, XHHW	TIPOS THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		Cobre			Aluminio o Aluminio recubierto de cobre		
2,08	14	16*	18*	21*	---	---	---
3,31	12	20*	24*	27*	16*	18*	21*
5,26	10	27*	33*	36*	21*	25*	28*
8,37	8	36	43	48	28	33	37
13,3	6	48	58	65	38	45	51
21,2	4	66	79	89	51	61	69
26,7	3	76	90	102	59	70	79
33,6	2	88	105	119	69	83	93
42,4	1	102	121	137	80	95	106
53,5	1/0	121	145	163	94	113	127
67,4	2/0	138	166	186	108	129	146
85,0	3/0	158	189	214	124	147	167
107	4/0	187	223	253	147	176	197
127	250	205	245	276	160	192	217
152	300	234	281	317	185	221	250
177	350	255	305	345	202	242	273
203	400	274	328	371	218	261	295
253	500	315	378	427	254	303	342
304	600	343	413	468	279	335	378
355	700	376	452	514	310	371	420
380	750	387	466	529	321	384	435
405	800	397	479	543	331	397	450
456	900	415	500	570	350	421	477
507	1 000	448	542	617	382	460	521
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 mm^2 (14 AWG); 20 A para 3,31 mm^2 (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm^2 (10 AWG), 15 A para los de aluminio o aluminio recubierto de cobre para 3,31 mm^2 (12 AWG) y 25 A para 5,26 mm^2 (10 AWG).

TABLA A-310-2.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible en dos o tres conductores sencillos aislados de 0 a 2 000 V nominales en un cable soportado por un mensajero para una temperatura ambiente de 40°C

Tamaño o Designación		**Temperatura nominal del conductor (véase la Tabla 310-13)**			
		75°C	**90°C**	**75°C**	**90°C**
mm^2	**AWG o kcmils**	**Tipos RH, RHW, THHW, THW, THW-LS, THW-LS, THWN, XHHW**	**Tipos THHN, THHW, THHW-LS THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2**	**Tipos RH, RHW, XHHW, BM-AL**	**Tipos RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2,**
		Cobre		**Aluminio**	
8,37	8	57	66	--	--
13,3	6	76	89	59	69
21,2	4	101	117	78	91
26,7	3	118	138	92	107
33,6	2	135	158	106	123
42,4	1	158	185	123	144
53,5	1/0	183	214	143	167
67,4	2/0	212	247	165	193
85,0	3/0	245	287	192	224
107	4/0	287	335	224	262
127	250	320	374	251	292
152	300	359	419	282	328
177	350	397	464	312	364
203	400	430	503	339	395
253	500	496	580	392	458
304	600	553	647	440	514
355	700	610	714	488	570
380	750	638	747	512	598
405	800	660	773	532	622
456	900	704	826	572	669
507	1,000	748	879	612	716
Factores de corrección					
Temperatura ambiente en °C		Para temperatura ambiente distinta de 40°C, multiplicar los valores anteriores por el factor correspondiente de los siguientes:			
21-25		1,20	1,14	1,20	1,14
26-30		1,13	1,10	1,13	1,10
31-35		1,07	1,05	1,07	1,05
36-40		1,00	1,00	1,00	1,00
41-45		0,93	0,95	0,93	0,95
46-50		0,85	0,89	0,85	0,89

51-55	0,76	0,84	0,76	0,84
56-60	0,65	0,77	0,65	0,77
61-70	0,38	0,63	0,38	0,63
71-80	---	0,45	---	0,45

TABLA A-310-3.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables multiconductores con no más de tres conductores aislados de 0 a 2,000 V nominales al aire libre, para una temperatura ambiente de 40°C (para cables TC, MC, MI, UF y USE)

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)							
mm^2	AWG o kcmils	60°C	75°C	85°C	90°C	60°C	75°C	85°C	90°C
		Cobre				Aluminio o aluminio recubierto de cobre			
0,824	18	---	---	---	11*	---	---	---	---
1,31	16	---	---	---	16*	---	---	---	---
2,08	14	18*	21*	24*	25*	---	---	---	---
3,31	12	21*	28*	30*	32*	18*	21*	24*	25*
5,26	10	28*	36*	41*	43*	21*	28*	30*	32*
8,37	8	39	50	56	59	30	39	44	46
13,3	6	52	68	75	79	41	53	59	61
21,2	4	69	89	100	104	54	70	78	81
26,7	3	81	104	116	121	63	81	91	95
33,6	2	92	118	132	138	72	92	103	108
42,4	1	107	138	154	161	84	108	120	126
53,5	1/0	124	160	178	186	97	125	139	145
67,4	2/0	143	184	206	215	111	144	160	168
85,0	3/0	165	213	238	249	129	166	185	194
107	4/0	190	245	274	287	149	192	214	224
127	250	212	274	305	320	166	214	239	250
152	300	237	306	341	357	186	240	268	280
177	350	261	337	377	394	205	265	296	309
203	400	281	363	406	425	222	287	317	334
253	500	321	416	465	487	255	330	368	385
304	600	354	459	513	538	284	368	410	429
355	700	387	502	562	589	306	405	462	473
380	750	404	523	586	615	328	424	473	495
405	800	415	539	604	633	339	439	490	513
456	900	438	570	639	670	362	469	514	548
507	1,000	461	601	674	707	385	499	558	584
Factores de corrección									
Temp. ambiente en °C		Para temperatura distinta de 40°C, multiplicar los valores anteriores por el factor correspondiente de los siguientes:							
21-25		1,32	1,20	1,15	1,14	1,32	1,20	1,15	1,14
26-30		1,22	1,13	1,11	1,10	1,22	1,13	1,11	1,10
31-35		1,12	1,07	1,05	1,05	1,12	1,07	1,05	1,05
36-40		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
41-45		0,87	0,93	0,94	0,95	0,87	0,93	0,94	0,95
46-50		0,71	0,85	0,88	0,89	0,71	0,85	0,88	0,89
51-55		0,50	0,76	0,82	0,84	0,50	0,76	0,82	0,84
56-60		---	0,65	0,75	0,77	---	0,65	0,75	0,77
61-70		---	0,38	0,58	0,63	---	0,38	0,58	0,63
71-80		---	---	0,33	0,44	---	---	0,33	0,44

* Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los tipos de conductores marcados con (*) n conductores de cobre no debe superar 15 A para 2,08 mm^2 (14 AWG), 20 A para 3,31 mm^2 (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm^2 (10 AWG); y para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no debe superar 15 A para 3,31 mm^2 (12 AWG) y 25 A para los de 5,26 mm^2 (10 AWG).

TABLA A-310-11.- Factores de corrección para más de tres conductores portadores de corriente eléctrica en canalización o cable con factor de demanda.

Cantidad de conductores portadores de corriente eléctrica	Por ciento de valores en tablas ajustados por temperatura si fuera necesario
4 a 6	80
7 a 9	70
10 a 24	70*
25 a 42	60*
43 o más	50*

* Estos factores incluyen los efectos por un factor de demanda en las cargas de 50%

5 LINEAMIENTOS PARA LA APLICACION DE LAS ESPECIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)

5.1 OBJETIVO

El objetivo de las especificaciones es precisar las disposiciones de carácter técnico que deben cumplir las instalaciones eléctricas.

Las disposiciones establecidas en las especificaciones de esta norma no deben considerarse como guía de diseño de instalaciones ni como un manual de instrucciones para personas no-calificadas (véase definición de persona calificada en el Artículo 100 del Capítulo 4.1). Se considera que para hacer un uso apropiado de estas especificaciones, es necesario recibir capacitación y tener experiencia suficiente en el manejo de las instalaciones eléctricas.

5.2 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA NOM

Las especificaciones de esta Norma Oficial Mexicana se dividen como se indica en el Título 4. Los Capítulos 1, 2, 3 y 4, son de aplicación general; los Capítulos 5, 6 y 7, se refieren a ambientes especiales, equipos especiales u otras condiciones especiales. Estos últimos Capítulos complementan o modifican las reglas generales. Los Capítulos 1 a 4 se aplican a todo, excepto en lo modificado por los Capítulos 5, 6 y 7 para las condiciones particulares o especiales.

El Capítulo 8 trata de las instalaciones para los sistemas de comunicación y es independiente de los demás, excepto en las referencias específicas que se haga de ellos.

El Capítulo 9, incluye disposiciones para instalaciones destinadas al servicio público; líneas aéreas y subterráneas, subestaciones eléctricas y alumbrado público.

El Capítulo 10, consiste de Tablas de datos de conductores y de sus aislamientos, así como del tubo (conduit) y de los factores de ocupación por los conductores. Se incluyen los Apéndices A, B, C y D. El Apéndice A es de carácter normativo mientras que los Apéndices B, C y D son de carácter informativo.

Cada Capítulo, está dividido en Artículos seguido de un número asignado. Cada Artículo trata un tema específico, por ejemplo: alimentadores, puesta a tierra, circuitos derivados, circuitos de motores, etcétera.

Ejemplo:

ARTICULO 210 CIRCUITOS DERIVADOS

Cuando un Artículo es muy extenso, se subdivide en Partes, identificándolas con una letra en orden sistemático, las cuales desglosan el tema principal en grupos de información; así se tendrá parte A, parte B, parte C, etcétera.

Ejemplo:

ARTICULO 210 CIRCUITOS DERIVADOS

A. Disposiciones generales

B. Clasificación de los circuitos derivados

C. Salidas necesarias

Los artículos se dividen en **Secciones** y se identifican con números y el tema principal. Una Sección se desglosa en ocasiones en **Subsecciones** (con letras entre paréntesis), y cada Subsección puede estar desglosada aún más en números entre paréntesis.

Ejemplo de Sección:

210-4. Circuitos derivados multiconductores

Ejemplo de Subsección:

220-3(c)(1)

Es importante que cuando se haga una referencia a esta NOM, sea proporcionada completa.

Las **"Excepciones"** proporcionan alternativas a una disposición específica. Se presentan dos tipos de excepciones: una Excepción indica obligatoriedad y la otra indica algo permisible. Cuando una disposición tiene varias Excepciones, primeramente se presentan las de carácter obligatorio y posteriormente las permisibles.

Una "**Excepción**" obligatoria generalmente incluye términos como "debe" o "no debe" en su texto. La Excepción de tipo permisible generalmente incluye la expresión "se permite" o "no se exige".

5.3 DISPOSICIONES OBLIGATORIAS Y NOTAS ACLARATORIAS

Las disposiciones de carácter obligatorio indicadas en esta NOM, son aquellas que identifican acciones exigidas o prohibidas específicamente y se caracterizan por el uso del término "debe" o "no debe", o por el tiempo gramatical en futuro. Las notas aclaratorias no son disposiciones obligatorias, sólo intentan aclarar conceptos o proporcionar información adicional que permite comprender lo indicado en la disposición que le antecede o bien proporciona referencias a otras disposiciones en la NOM.

5.4 INTERPRETACION FORMAL

La autoridad competente para resolver controversias en la interpretación de esta NOM es la Secretaría de Energía a través de la Dirección general de distribución y abastecimiento de energía eléctrica y recursos nucleares conforme a sus atribuciones.

Nota: Véase el Artículo 100 del Capítulo 4.1 para la definición de Autoridad Competente.

6 CUMPLIMIENTO

6.1 CUMPLIMIENTO

Para asegurar el cumplimiento con lo establecido en el Título 3, "Principios Fundamentales", de esta Norma Oficial Mexicana, las instalaciones eléctricas deben cumplir con lo previsto en el Título 4 "Especificaciones" y conforme a lo dispuesto en el Procedimiento para la evaluación de la conformidad de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE Instalaciones Eléctricas (Utilización) (véase título 2 Referencias).

7 VIGILANCIA

La Secretaría de Energía, a través de la Dirección general de distribución y abastecimiento de energía eléctrica y recursos nucleares conforme a sus atribuciones, es la autoridad encargada de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

8 BIBLIOGRAFIA

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento.

NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización).

IEC 60364 Parte 1 "Alcance, objetivo y principios fundamentales".

NFPA 70, 1999 Código Nacional Eléctrico, Edición en español.

IEEE, 1997 National Electrical Safety Code (NESC), C2-1997

9 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta Norma Oficial Mexicana es equivalente con la parte 1 de la Norma Internacional IEC 60364, Electrical Installations of buildings Part 1: Scope, object and fundamental principles, en lo referente a los principios fundamentales de seguridad. El título 4 de la presente NOM, no concuerda con la serie de normas de la IEC 60364, por las siguientes razones aplicables a parte de la infraestructura técnica del país:

El sistema de suministro de energía eléctrica en México, considerando las configuraciones eléctricas para este fin, así como los valores de tensión eléctrica nominal de uso común en México, establecidos en la NMX-J-098-ANCE-1999, Sistemas eléctricos de potencia-Suministro-Tensiones Eléctricas Normalizadas.

Esta NOM está basada en Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX), que se listan en el apéndice B1 (informativo), considerando las prácticas industriales así como la infraestructura e ingeniería de uso común en México.

Asimismo, esta NOM concuerda con la norma oficial mexicana NOM-063-SCFI-2001, Productos eléctricos-Conductores-Requisitos de seguridad.

APENDICE B1 (Informativo)

TABLA B.1.1 LISTA DE NORMAS OFICIALES Y NORMAS MEXICANAS

NORMA	Título	Sección
NOM-022-STPS-1999	Electricidad estática en los centros de trabajo-condiciones de seguridad e higiene	500-3 (c)
NOM-029-STPS-2005	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad	
NOM-197-SSA1-2000	"Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada	517
NOM-178-SSA1-1998	Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios	
NOM-146-SSA1-1996	Salud ambiental. Responsabilidades sanitarias en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X	517-64
NOM-156-SSA1-1997	Salud ambiental. Requisitos técnicos para instalaciones de diagnóstico médico con rayos X	517-64
NOM-157-SSA1-1997	Salud ambiental. Seguridad radiológica en el diagnóstico médico con rayos X	517-64
NOM-170-SSA1-1998	Para la práctica de anestesiología	517-64
NOM-158-SSA1-1996	Salud ambiental. Especificaciones técnicas para equipos de diagnóstico médico con rayos X	517-64
NOM-010-SECRE-2002	Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio	514-2(b)
NMX-J-163-ANCE-2004	Artefactos eléctricos-Configuraciones	550-5 550-23 555-3
NMX-J-472-ANCE-1998	Conductores-determinación de la cantidad de gas ácido halogenado generado durante la combustión controlada de materiales poliméricos tomados de cables eléctricos-método de prueba	725-71(a)
NMX-J-498-ANCE-2000	Conductores-Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical-método de prueba	725-71(b)
NRF-011-CFE-2005	Sistema de tierras para plantas y subestaciones eléctricas	921-25
NOM-007-ENER-2004	Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales	220-3
NOM-013-ENER-2004	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas	
NOM-053-SCFI-2000	Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba para equipos nuevos	620-2

TABLA B1.2 LISTADO DE NORMAS DE PRODUCTOS ELECTRICOS

NORMA	TITULO
NOM-003-SCFI-2000	Productos eléctricos especificaciones de seguridad
NOM-058-SCFI-1999	Productos eléctricos-balastros para lámparas de descarga eléctrica en gas-especificaciones de seguridad
NOM-063-SCFI-2001	Productos eléctricos-conductores-requisitos de seguridad.
NOM-064-SCFI-2000	Productos eléctricos-luminarios para uso en interiores y exteriores-

NORMA	TITULO
	especificaciones de seguridad y métodos de prueba.
NOM-021-ENER/SCFI/ECOL/SCFI-2000	Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC'S) en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-011-ENER-2002	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central paquete o dividido. Límite, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-014-ENER-2004	Eficiencia energética de motores eléctricos de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 kW a 1,500 kW. Límites, método de prueba y marcado
NOM-016-ENER-2002	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.
NMX-J-002-ANCE-2001	Conductores-alambres de cobre duro para usos eléctricos-especificaciones.
NMX-J-008-ANCE-2001	Conductores-alambres de cobre estañado suave o recocido para usos eléctricos-especificaciones.
NMX-J-009/248/1-ANCE-2000	Productos eléctricos-fusibles-fusibles para baja tensión, parte 1: requisitos generales.
NMX-J-009/248/7-ANCE-2000	Productos eléctricos-fusibles-fusibles para baja tensión, parte 7: fusibles renovables letra h-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-009/248/11-ANCE-2000	Productos eléctricos-fusibles-fusibles para baja tensión, parte 11: fusibles tipo tapón-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-010-ANCE-2005	Conductores-conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V-Especificaciones.
NMX-J-012-ANCE-2002	Conductores-cable de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos-especificaciones.
NMX-J-024-1995-ANCE	Artefactos eléctricos-portalámparas roscados tipo Edison-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-028-ANCE-2001	Conductores-cables concéntricos tipo espiral para acometida aérea a baja tensión, hasta 600 V-especificaciones.
NMX-J-036-ANCE-2001	Conductores-alambre de cobre suave para usos eléctricos -especificaciones.
NMX-J-058-ANCE-2001	Conductores-cable de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR)-especificaciones.
NMX-J-059-ANCE-2004	Conductores-cable de cobre con cableado concéntrico compacto, para usos eléctricas-especificaciones
NMX-J-116-ANCE-2005	Transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación-especificaciones
NMX-J-285-1996-ANCE	Transformadores de distribución tipo pedestal monobásico y trifásico para distribución subterránea.
NMX-J-429-ANCE-2002	Conductores-alambres, cables y cordones con aislamiento de PVC 80ºC, 9 ºC y 105ºC, para usos electrónicos-especificaciones.
NMX-J-436-ANCE-2003	Conductores-cordones flexibles para uso rudo y extra rudo, hasta 600 V-especificaciones
NMX-J-508-ANCE-2003	Artefactos eléctricos-requisitos de seguridad-especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-511-ANCE-1999	Productos eléctricos-sistemas de soportes metálicos tipo charola para cables-especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-554-ANCE-2004	Roscas para tubo (conduit) y sus accesorios-especificaciones y método de prueba
NMX-J-005-ANCE-2005	Productos eléctricos-interruptores de uso general para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y similares -requerimientos generales.
NMX-J-023-ANCE–2000	Productos eléctricos-cajas registro metálicas de salida-Parte 1: especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-266-ANCE-1999	Productos eléctricos-interruptores-interruptores automáticos en caja moldeada-especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-412/1-ANCE-2004	Clavijas y receptáculos para uso doméstico y similar, Parte 1: requisitos

NORMA	TITULO
	generales.
NMX-J-569-ANCE-2005	Accesorios eléctricos-interruptores automáticos para la protección contra sobrecorriente en instalaciones domésticas y similares-interruptores automáticos para operación con c.a.
NMX-J-538/2-ANCE-2005	Productos de distribución y de control de baja tensión parte 2: interruptores automáticos
NMX-J-520-ANCE-2002	Interruptor de circuito por falla a tierra-especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-515-ANCE-2003	Equipos de control y distribución-requisitos generales de seguridad-especificaciones y métodos de prueba.

APENDICE B2 (Informativo)

FUENTES BIBLIOGRAFICAS

TABLA B2.1 LISTADO DE NORMAS INTERNACIONALES

NORMA	Título	Sección
ISO 965-1: 1998	ISO general-purpose metric screw threads -- Tolerances -- Part 1: Principles and basic data	500-3
ISO 965-3: 1998	ISO general purpose metric screw threads -- Tolerances -- Part 3: Deviations for constructional screw threads	500-3
IEC 60079-0 (2004-1)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 0: General requirements	505-4
IEC 60079-1 (2003-11)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 1: Flameproof enclosures “d”	505-4 (a)
IEC 60079-2 (2001-02)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 2: Pressurized enclosures "p"	505-4 (b)
IEC 60079- 13 (1982-01)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 13: Construction and use of rooms or buildings protected by pressurization	505-4 (b)
IEC 60079-15 (2005-03)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres- Part 15: Construction, test and marking of type of protection "n" electrical apparatus	505-4 (d)
IEC 60079-6 (1995-4) Corrigendum 1 (2003-09)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 6: Oil-immersion "o" Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 6: Oil-immersion "o"	505-4 (e)
IEC 60079-7 (2001-11) Corrigendum 1 (2004-02)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 7: Increased safety "e" Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 7: Increased safety "e"	505-4 (f)
IEC 60079-18 (2004-03)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 18: Construction, test and marking of type of protection encapsulation "m" electrical apparatus	505-4 (g)
IEC 60079-5 (1997-04) Amendment 1 (2003-09)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 5: Powder Filling "q” Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 5: Powder filling "q"	505-4 (h)
IEC 60079-10-1995	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous Areas	505-5 Nota 2 505-9 (a) 505-10
IEC 60079-16 (1990-05)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 16: Artificial ventilation for the protection of analyser(s) houses	505-5 Nota 6

IEC 60079-12 (1978-01)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 12: Classification of mixtures of gases of vapours with air according to their maximum experimental safe gaps and minimum igniting currents	505-7
IEC/TR 60079-20 (1996-10)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 20: Data for Flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus	505-8

TABLA B2.2 LISTADO DE NORMAS EXTRANJERAS

NORMA	Título	Sección
C2-2002	National Electrical Safety Code (NESC)	110-31(b)(1) 225-18 225-19 500-5(b)(3) 551-79 nota 830-10
NFPA 20-2003	**Standard for the Installation of Stationary Fire Pumps for Fire Protection**	240-3 (a) 517-30(a)
IEEE 142-1991	Recommended practice for grounded of industrial and commercial power systems	250-27 (c)
NFPA 30-2003	Flammable and Combustible Liquids Code	500-3(c) 500-7(b) 505-5 513-1 515-1, 515-2 Tabla 515-2 515-16
NFPA 32-2004	Drycleaning Plants	500-3 (c)
NFPA 33-2003	Spray Application Using Flammable or Combustible Materials	500-3 (c) 516-1
NFPA 34-2003	Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids	500-3 (c) 516-1
NFPA 35-2005	Manufacture of Organic Coatings	500-3 (c)
NFPA 36-2004	Solvent Extraction Plants	500-3 (c)
NFPA 45-2004	Standard on Fire Protection for Laboratories using Chemicals	500-3 (c)
NFPA 50A-1999	Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites	500-3 (c)
NFPA 50B-1999	Standard for Liquefied Hydrogen Systems at Consumer Sites	500-3 (c)
NFPA 58-2004	Liquefied Petroleum Gas Code	500-3 (c) 500-7(b)
NFPA 59-2004	Utility LP-Gas Plant Code	500-3 (c)
NFPA 77-2000	Recommended Practice on Static Electricity	500-3 (c) 505-5 NOTA 3
NFPA 325-1994	Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids	500-5(a)(4) 500-5(e) 505-8 513-1
NFPA 496-2003	Standard for Purged Pressurized Enclosure for Electrical Equipment	500-4(d) 501-3(a) 501-5(a)(2) 501-5(b)(2) 505-4(b)
UL 886-1994	Outlet Boxes and Fittings for Use in (Classified) Locations	501-5(e)(2) NOTA 2
NFPA 497-2004	Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids,	500-3 (c)

NORMA	Título	Sección
	Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	500-5(a)(4) 500-5(e) 505-8 800-31
NFPA 499-2004	Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	500-3 (c) 500-5(b)(3) 500-5(e) 500-5(f)
NFPA 780-2004	Standard for the Installation of Lightning Protection Systems	500-3 (c) 505-5
NFPA 820-2003	Standard for Fire Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities	500-3 (c)
ANSI/API RP 500-1997	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2	500-3 (c) 505-5 Nota 4 505-10(c)
API 2003-1998	Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents	500-3 (c) 505-5 Nota 3
ANSI/API RP 14F 1999	Recommended Practice for Design and Installation of Electrical Systems for Offshore Production Platforms	500-3 (c) 505-5 Nota 5
UL 1203-2004	Explosionproof and Dust-Ignitionproof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations	500-4 (a) 500-4 (b) 502-1
UL 1604-2004	Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III Hazardous (Classified) Locations	500-4(c) 500-4(f)(2)
UL 913-2003	Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1, Hazardous Locations	500-4(e) 505-4(c)
UL 698A-2002	Industrial Control Equipment for Use In Hazardous (Classified) Locations	500-4(g)
ANSI/ASHRAE 15- 2004	Safety Code for Mechanical Refrigeration	500-5(a)(4)
ANSI/CGA G2.1-1989	Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia.	500-5(a)(4)
ASTM D 3175- 2002	Standard Test Method for Volatile Material in the Analisis Sample for Coal and Coke	500-5(b)(2)
NFPA 505-2006	Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Conversions, Maintenance, and Operation	503-1 625-1
ANSI/ISA RP12.06.01-2003	Recommended Practice for Wiring Methods for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation Part 1: Intrinsic Safety	504-1 504-50
UL 913-2003	Standard for Safety, Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations	504-2
UL 2279-2001	Electrical Equipment for use In Class I, Zone 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations	505-4
ANSI/ISA 12.00.01-2002	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zones 0, 1 & 2 Hazardous (Classified) Locations: General Requirements (IEC 60079-0 Mod)	505-4
ANSI/ISA-S12.10-1988	Area Classification in Hazardous (Classified) Dust Locations	500-3 (c)
ANSI/ISA 12.12.01-2000	Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I & II, Division 2 & Class III, Divisions I & 2 Hazardous	500-4(c) 500-4(f)(1) 500-4(f)(2) 500-4(h)

NORMA	Título	Sección
ANSI/ISA 12.16.01-2002	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations: Type of Protection-Increased Safety "e" (IEC 60079-7 Mod)	505-4(f)
ANSI/ISA 12.22.01-2002	Electrical Apparatus for use in Class I, Zone 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection -Flameproof "d"	505-4(a)
ANSI/ISA 12.23.01-2002	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection-Encapsulation "m" (IEC 60079-18 Mod)	505-4(g)
ANSI/ISA 12.25.01-1998	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations: Type of Protection-Powder Filling 'q' (IEC 60079-5 Mod)	505-4(h)
ANSI/ISA 12.26.01-1998	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations: Type of Protection-Oil-Immersion 'o' (IEC 60079-6 Mod)	505-4(e)
API RP 505 1997	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, and Zone 2	505-5 Nota 2 505-9 505-10
ISA S12.24.01-1998	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2	505-5 505-9(a) 505-10(c)
NFPA 88A -2002	Standard for Parking Structures	511-2
NFPA 88B -1997	Standard for Repair Garages	511-2
NFPA 409-2004	Standard on Aircraft hangars	513-1
NFPA 30A-1996	Automotive and Marine Service Station Code	514-5(c) 555-10
NFPA 91-1999	Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Materials	516-1
NFPA 99-2004	Standard Health Care Facilities	517-2, 517-20 (c), 517-25, 517-30(a), 517-30(b)(4), 517-30(b)(6), 517-30(e), 517-31, 517-32(c)(2), 517-32(g), 517-33(a)(9), 517-34, 517-34(b)(3), 517-34(b)(9), 517-35(a), 517-40(a) Excepción (c) 517-40(c) 517-41(a) 517-41(b)(2) 517-41(e) 517-42 517-42(c)(2) 517-42(g) 517-43(b)(3) 517-44(a) 517-44(b)

NORMA	Título	Sección
		Excepción 2 517-45(a) 517-45(b) 517-45(c) 517-60(a)(1) 517-61(a)(1) 517-61(a)(3) 517.64(f) 517-160(a)(2) 517-160 (a) (4) (2) 517-160 (a) 6 NOTAS 1 y 2, 517-160 (c) (1) a., b., c., d., e., f., g., h., i. y j 700-1 701-1
NFPA 101-2003	Life Safety Code	517-1 517-2 517-10(b)(2) 517-32(a) 517-32(b) 517-32(c)(1) 517-40 (a) Excepción (c) 571-41(b) 517-42(a) 517-42(b) 517-42(c)(1) 540-10 700-9 700-12
ASHRAE	Handbook of fundamentals (Indicado en el Capítulo 24)	517-34 571-43-(b)(1)
NFPA 40-2001	Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Motion Picture Film	530-1 540-1
ASAE EP 473-1997	Equipotential Planes in Animal Containment Areas, American Society of Agricultural Engineers	547-9
SAE J1128-2000	Low-Tension Primary Cable	551-10 552-10(b)
SAE J1127-2000	Battery Cable	551-10 552-10(b)
NFPA 1192-1999	Standard on Recreational Vehicles	551-30(d)
NFPA 302-2004	Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft	555-2 555-3
NFPA 303-2002	Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards	555-3 555-7 555-10
NFPA 110-2005	Standard for Emergency and Standby Power Systems	700-1 700-7 701-1 701-8
IEEE 446-1995	Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems	701-1

NORMA	Título	Sección
	for Industrial and Commercial Applications	
NFPA 70E-2004	Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces	710-1
NFPA 72-2002	National Fire Alarm Code	760-1
TIA/EIA 568 A-1995	Commercial Building Telecommunications, Wiring Standard	725-7 760-8 770-8 800-6 830-7
TIA/EIA 569 -2001	Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces	725-7 760-8 770-8 800-6 830-7
TIA/EIA 570-2004	Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard	725-7 760-8 770-8 800-6 830-7
UL 1666-2000	Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts	760-31(d) 760-31(e) 760-71(e) 800-51 (b) 770-51(b) 820-51(b) 830-5(a)
UL 2024 -2002	Standard for Optical Fiber Raceways	770-6 800-4
UL 1459-1995	Standard for Safety, Telephone Equipment	800-4
UL 1863-2005	Standard for Safety, Communications Circuit Accessories	800-4
UL 497A-2001	Standard for Secondary Protectors for Communications Circuits	800-32
NFPA 86-1995	Standard for Ovens and Furnaces	516-2 (e)
NEMA 250-2003	Enclosures for Electrical Equipment (1 000 volts Meximum)	500-4 (c)
ASTM D 2155-69	Test procedures	501-8 (a)
SAE J554-1987	Electric Fuses (Cartridge Type)	551-10(e)2
SAE J1284-1988	Blade Type Electric Fuses	551-10(e)2
UL 275-1993	Automotive Glass-Tube Fuses	551-10(e)2
NEMA WD6-2002	Wiring Devices-Dimensional Requirements	551-46(c) 552-44

APENDICE C (Informativo)

TABLAS DE OCUPACION EN TUBO (CONDUIT) DE CONDUCTORES Y CABLES DEL MISMO TAMAÑO NOMINAL

TABLA C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103

RH	2,08	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
	3,31	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
RHH	2,08	14	4	7	11	20	27	46	80	120	157	201
RHW,	3,31	12	3	6	9	17	23	38	66	100	131	167
RHW-2												
RH,	5,26	10	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
RHH,	8,37	8	1	2	4	7	9	16	28	42	55	70
RHW,	13,3	6	1	1	3	5	8	13	22	34	44	56
RHW-2	21,2	4	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	26,7	3	1	1	1	4	5	9	15	23	30	38
	33,6	2	1	1	1	3	4	7	13	20	26	33
	42,4	1	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	53,5	1/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	67,4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	85,0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	253	500	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

TW	2,08	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
THW	3,31	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
THHW	5,26	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
THW-2	8,37	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
RHH*	2,08	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
RHW*												
RHW-2*												
RHH*	3,31	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
RHW*	5,26	10	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
RHW-2*												
TW	8,37	8	1	4	6	10	14	24	42	63	83	106
THW	13,3	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
THHW	21,2	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
THW-2	26,7	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	33,6	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	42,4	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	53,5	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	85,0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	177	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5

	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

*Los cables RHH, RHW y RHW-2, sin recubrimiento externo.

THHN	2,08	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
THWN	3,31	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	444
THWN-2	5,26	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8,37	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	13,3	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	21,2	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	26,7	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	33,6	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	42,4	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	6	9	11	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP	2,08	14	12	21	34	60	81	134	234	354	462	590
FEPB	3,31	12	9	15	25	43	59	98	171	258	337	430
PFA	5,26	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
PFAH	8,37	8	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
TFE	13,3	6	2	4	7	12	17	28	50	75	98	126
	21,2	4	1	3	5	9	12	20	35	53	69	88
	26,7	3	1	2	4	7	10	16	29	44	57	73
	33,6	2	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
PFA	42,4	1	1	1	2	4	6	9	16	25	33	42
PFAH	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	21	27	35
TFE	67,4	2/0	0	1	1	3	4	6	11	17	22	29
TFE, Z	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5	9	14	18	24
	1070	4/0	0	1	1	1	2	4	8	11	15	19
Z	2,08	14	14	25	41	72	98	161	282	426	556	711
	3,31	12	10	18	29	51	69	114	200	302	394	504
	5,26	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
	8,37	8	4	7	11	20	27	44	77	117	153	195
	13,3	6	3	5	8	14	19	31	54	82	107	137
	21,2	4	1	3	5	9	13	21	37	56	74	94
	26,7	3	1	2	4	7	9	15	27	41	54	69
	33,6	2	1	1	3	6	8	13	22	34	45	57
	42,4	1	1	1	2	4	6	10	18	28	36	46
XHH	2,08	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424

XHHW	3,31	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
XHHW-2	5,26	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
ZW	8,37	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	13,3	6	1	3	6	10	14	22	39	60	78	100
	21,2	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	72
	26,7	3	1	1	3	6	8	14	24	36	48	61
	33,6	2	1	1	3	5	7	11	20	31	40	51
XHH	42,4	1	1	1	1	4	5	8	15	23	30	38
XHHW	53,5	1/0	1	1	1	3	4	7	13	19	25	32
XHHW-2	67,4	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	21	27
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	6	9	12	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Letras de tipo	**Tamaño o Designación del cable:**		**Diámetro nominal en mm**					
	mm^2	**AWG kcmil**	**16**	**21**	**27**	**35**	**41**	**53**
FFH-2, RFH, RFHH-3	0,824	18	8	14	24	41	56	92
	1,31	16	7	12	20	34	47	78
SF-2, SFF-2	0,824	18	10	18	30	52	71	116
	1,31	16	8	15	25	43	58	96
	2,08	14	7	12	20	34	47	78
SF-1, SFF-1	0,824	18	18	33	53	92	125	206
AF, RFH-1, RFHH-2, TF, TFF XF, XFF AF, RFHH-2, TF, TFF	0,824	18	14	24	39	68	92	152
	1,31	16	11	19	31	55	74	123
XF, XFF	2,08	14	8	15	25	43	58	96
AF, XF, XFF	0,824	18	22	38	63	108	148	244
TFN, TFFN	1,31	16	17	29	48	83	113	186
	0,824	18	21	36	59	103	140	231
PF, PFF, PGF, PGFF	1,31	16	16	28	46	79	108	179
PAF, PTF, PTFF, PAFF	2,08	14	12	21	34	60	81	134
	0,8235	18	27	47	77	133	181	298
ZF, ZFF, ZHF, ZHF,	1,307	16	20	35	56	98	133	220
HF, HFF	2,082	14	14	25	41	72	98	161
	0,824	18	39	69	111	193	262	433
KF-2, KFF-2	1,31	16	27	48	78	136	185	305
	2,08	14	19	33	54	93	127	209
	3,31	12	13	23	37	64	87	144
	5,26	10	8	15	25	43	58	96

	0,824	18						
KF-1, KFF-1	1,31	16	46	82	133	230	313	516
	2,08	14	33	57	93	161	220	362
	3,31	12	22	38	63	108	148	244
	5,26	10	14	25	41	72	98	161
			9	16	27	47	64	105
	3,31	12						
AX, XF, XFF	5,26	10	4	8	13	23	31	51
			3	6	10	18	24	40

TABLA C1A.- Número máximo de conductores compactos en tubo (conduit) metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
			16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
	mm^2	AWG kcmil										
THW,	8,37	8	3	5	8	15	20	34	59	90	117	149
THW-2	13,3	6	1	3	5	9	12	20	35	53	70	89
THHW	21,2	4	1	2	4	6	9	15	26	40	52	67
	33,6	2	1	1	3	5	7	11	19	29	38	49
	42,4	1	1	1	1	3	4	8	13	21	27	34
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	7	12	18	23	30
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	5	10	15	20	25
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN	8,37	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
THWN	13,3	6	2	4	7	13	18	29	52	78	102	130
THWN-2	21,2	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	33,6	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	42,4	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	30
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	127	250	0	1	1	1	1	4	6	10	13	16
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	177	350	0	0	1	1	1	3	5	7	10	12
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	253	500	0	0	0	1	1	1	4	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	380	750	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
XHHW	8,37	8	3	5	8	15	20	34	59	90	117	149
XHHW-2	13,3	6	1	4	6	11	15	25	44	66	87	111
	21,2	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	33,6	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	42,4	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21

	127	250	0	1	1	1	2	4	7	10	13	17
	152	300	0	0	1	1	1	3	6	9	11	14
	177	350	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	253	500	0	0	0	1	1	1	4	6	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	380	750	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5

NOTA: Se define el cableado compacto como un proceso de fabricación en el que un conductor normal se comprime hasta que prácticamente desaparecen los intersticios o huecos entre los hilos que forman el conductor.

TABLA C2.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) no metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm					
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53
RH	2,08	14	4	8	15	27	37	61
	3,31	12	3	7	12	21	29	49
RHH, RHW	2,08	14	3	6	10	19	26	43
RHW-2	3,31	12	2	5	9	16	22	36
RH, RHH, RHW	5,26	10	1	4	7	13	17	29
RHW-2	8,37	8	1	1	3	6	9	15
	13,3	6	1	1	3	5	7	12
	21,2	4	1	1	2	4	6	9
	26,7	3	1	1	1	3	5	8
	33,6	2	0	1	1	3	4	7
	42,4	1	0	1	1	1	3	5
	53,5	1/0	0	0	1	1	2	4
	67,4	2/0	0	0	1	1	1	3
	85,0	3/0	0	0	1	1	1	3
	107	4/0	0	0	1	1	1	2
	127	250	0	0	0	1	1	1
	152	300	0	0	0	1	1	1
	177	350	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1
	405	800	0	0	0	0	0	1
	456	900	0	0	0	0	0	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0
	760	1500	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0
TW	2,08	14	7	13	22	40	55	92
THW	3,31	12	5	10	17	31	42	71
THHW	5,26	10	4	7	13	23	32	52

THW-2	8,37	8	1	4	7	13	17	29
RHH*, RHW*	2,08	14	4	8	15	27	37	61
RHW-2*								
RHH*, RHW*	3,31	12	3	7	12	21	29	49
RHW-2*, TW	5,26	10	2	5	9	17	23	38
THW, THHW	8,37	8	1	3	5	10	14	23
THW-2	13,3	6	1	2	4	7	10	17
	21,2	4	1	1	3	5	8	13
	26,7	3	1	1	2	5	7	11
	33,6	2	1	1	2	4	6	9
	42,4	1	0	1	1	3	4	6
	53,5	1/0	0	1	1	2	3	5
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	5
	85,0	3/0	0	0	1	1	2	4
	107	4/0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	1	1	1	2
	152	300	0	0	0	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0

* Los cables RHH, RHW, y RHW-2, sin recubrimiento externo.

Letras de tipo	**Tamaño o Designación del cable:**		**Diámetro nominal en mm**					
	mm^2	**AWG kcmil**	**16**	**21**	**27**	**35**	**41**	**53**
THHN, THWN	2,08	14	10	18	32	58	80	132
THWN-2	3,31	12	7	13	23	42	58	96
	5,26	10	4	8	15	26	36	60
	8,37	8	2	5	8	15	21	35
	13,3	6	1	3	6	11	15	25
	21,2	4	1	1	4	7	9	15
	26,7	3	1	1	3	5	8	13
	33,6	2	1	1	2	5	6	11
	42,4	1	1	1	1	3	5	8
	53,5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	5
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	4
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1

	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
FEP, FEPB	2,08	14	10	18	31	56	77	128
PFA, PFAH	3,31	12	7	13	23	41	56	93
TFE	5,26	10	5	9	16	29	40	67
	8,37	8	3	5	9	17	23	38
	13,3	6	1	4	6	12	16	27
	21,2	4	1	2	4	8	11	19
	26,7	3	1	1	4	7	9	16
	33,6	2	1	1	3	5	8	13
PFA, PFAH TFE	42,4	1	1	1	1	4	5	9
PFA, PFAH	53,5	1/0	0	1	1	3	4	7
TFE, Z	67,4	2/0	0	1	1	2	4	6
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	2	4
Z	2,08	14	12	22	38	68	93	154
	3,31	12	8	15	27	48	66	109
	5,26	10	5	9	16	29	40	67
	8,37	8	3	6	10	18	25	42
	13,3	6	1	4	7	13	18	30
	21,2	4	1	3	5	9	12	20
	26,7	3	1	1	3	6	9	15
	33,6	2	1	1	3	5	7	12
	42,4	1	1	1	2	4	6	10
XHH, XHHW	2,08	14	7	13	22	40	55	92
XHHW-2, ZW	3,31	12	5	10	17	31	42	71
	5,26	10	4	7	13	23	32	52
	8,37	8	1	4	7	13	17	29
	13,3	6	1	3	5	9	13	21
	21,2	4	1	1	4	7	9	15
	26,7	3	1	1	3	6	8	13
	33,6	2	1	1	2	5	6	11
XHH, XHHW	42,4	1	1	1	1	3	5	8
XHHW-2	53,5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	6
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	1

	760	1500	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0
FFH-2, RFH-2	0,824	18	6	12	21	39	53	88
RFHH-3	1,31	16	5	10	18	32	45	74
SF-2, SFF-2	0,824	18	8	15	27	49	67	111
	1,31	16	7	13	22	40	55	92
	2,08	14	5	10	18	32	45	74
SF-1, SFF-1	0,824	18	15	28	48	86	119	197
AF, RFH-1	0,824	18	11	20	35	64	88	145
RFHH-2, TF, TFF								
XF, XFF								
AF, RFHH-2, TF	1,31	16	9	16	29	51	71	117
TFF, XF, XFF								
AF, XF, XFF	2,08	14	7	13	22	40	55	92
TFN, TFFN	0,824	18	18	33	57	102	141	233
	1,31	16	13	25	43	78	107	178
PF, PFF, PGF	0,824	18	17	31	54	97	133	221
PGFF, PAF, PTF	1,31	16	13	24	42	75	103	171
PTFF, PAFF	2,08	14	10	18	31	56	77	128
ZF, ZFF, ZHF, HF	0,824	18	22	40	70	125	172	285
HFF	1,31	16	16	29	51	92	127	210
	2,08	14	12	22	38	68	93	154
F-1, KFF-1	0,824	18	31	58	101	182	250	413
	1,31	16	22	41	71	128	176	291
	2,08	14	15	28	49	88	121	200
	3,31	12	10	19	33	60	83	138
	5,26	10	7	13	22	40	55	92
KF-1, KFF-1	0,824	18	38	69	121	217	298	493
	1,31	16	26	49	85	152	209	346
	2,08	14	18	33	57	102	141	233
	3,31	12	12	22	38	68	93	154
	5,26	10	7	14	24	44	61	101
AF, XF, XFF	3,31	12	3	8	12	21	29	49
	5,26	10	3	5	9	27	23	38

Nota: Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores compactos se debe aplicar la tabla C2A.

TABLA C2A.- Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo (conduit) no metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm					
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53
THW, THW-2	8,37	8	2	4	8	14	19	32
THHW	13,3	6	1	2	4	8	11	19
	21,2	4	1	1	3	6	8	14
	33,6	2	1	1	2	4	6	10
	42,4	1	0	1	1	3	4	7
	53,5	1/0	0	1	1	3	4	6
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	5
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	4
	107	4/0	0	0	1	1	2	4

	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
THHN, THWN	8,37	8	---	---	---	---	---	---
THWN-2	13,3	6	1	4	7	12	17	28
	21,2	4	1	2	4	7	10	17
	33,6	2	1	1	3	5	7	12
	42,4	1	1	1	2	4	5	9
	53,5	1/0	0	1	1	3	5	8
	67,4	2/0	0	1	1	3	4	6
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	2
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	1	1	1
	507	1 000	0	0	0	0	1	1
XHHW, XHHW-2	8,37	8	2	4	8	14	19	32
	13,3	6	1	3	6	10	14	24
	21,2	4	1	2	4	7	10	17
	33,6	2	1	1	3	5	7	12
	42,4	1	1	1	2	4	5	9
	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8
	67,4	2/0	0	1	1	3	4	7
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	3	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	1	1	1	3
	203	400	0	0	1	1	1	2
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	1	1	1
	507	1 000	0	0	0	0	1	1

Nota: Se define el cableado compacto como un proceso de fabricación en el que un conductor normal se comprime hasta que prácticamente desaparecen los intersticios o huecos entre los hilos que forman el conductor.

TABLA C3.- Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo (conduit) metálico flexible (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
RH	2,08	14	6	10	15	24	35	62	94	135	184	240
	3,31	12	5	8	12	19	28	50	75	108	148	193
RHH, RHW	2,08	14	4	7	11	17	25	44	67	96	131	171
RHW-2	3,31	12	3	6	9	14	21	37	55	80	109	142
RH, RHH	5,26	10	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115

RHW, RHW-2	8,37	8	1	2	4	6	9	15	23	34	46	60
	13,3	6	1	1	3	5	7	12	19	27	37	48
	21,2	4	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
	26,7	3	1	1	1	3	5	8	13	18	25	33
	33,6	2	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
	42,4	1	0	1	1	1	2	5	7	10	14	19
	53,5	1/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	67,4	2/0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	85,0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	203	400	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	253	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
TW	2,08	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361
THW	3,31	12	7	11	18	28	41	72	108	156	212	277
THHW	5,26	10	5	8	13	21	30	54	81	116	158	207
THW-2	8,37	8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
RHH*, RHW* RHW-2*	2,08	14	6	10	15	24	35	62	94	135	184	240
RHH*, RHW*	3,31	12	5	8	12	19	28	50	75	108	148	193
RHW-2*	5,26	10	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151
THHW, THW,	8,37	8	1	4	6	9	13	23	35	51	69	90
THW-2	13,3	6	1	3	4	7	10	18	27	39	53	69
	21,2	4	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
	26,7	3	1	1	3	4	6	11	17	25	34	44
	33,6	2	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
	42,4	1	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26
	53,5	1/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19
	85,0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

* Los cables RHH, RHW y RHW-2, sin recubrimiento externo.

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
THHN	2,08	14	13	22	33	52	76	134	202	291	396	518
THWN	3,31	12	9	16	24	38	56	98	147	212	289	378
THWN-2	5,26	10	6	10	15	24	35	62	93	134	182	238
	8,37	8	3	6	9	14	20	35	53	77	105	137
	13,3	6	2	4	6	10	14	25	38	55	76	99
	21,2	4	1	2	4	6	9	16	24	34	46	61
	26,7	3	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
	33,6	2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	43
	42,4	1	1	1	1	3	4	8	12	18	24	32
	53,5	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	27
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	85,0	3/0	0	1	1	1	2	5	7	10	14	18
	107	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	12	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
FEP, FEPB	2,08	14	12	21	32	51	74	130	196	282	385	502
PFA, PFAH	3,31	12	9	15	24	37	54	95	1453	206	281	367
TFE	5,26	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263
	8,37	8	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151
	13,3	6	2	4	7	11	16	28	42	60	82	107
	21,2	4	1	3	5	7	11	19	29	42	57	75
	26,7	3	1	2	4	6	9	16	24	35	48	62
	33,6	2	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
PFA, PFAH TFE	42,4	1	1	1	2	3	5	9	14	20	27	36
PFA, PFAH	53,5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	30
TFE, Z	67,4	2/0	1	1	1	2	3	6	9	14	19	24
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	11	15	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16
Z	2,08	14	15	25	39	61	89	157	236	340	463	605
	3,31	12	11	18	28	43	63	111	168	241	329	429
	5,26	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263
	8,37	8	4	7	11	17	24	43	65	93	127	166
	13,3	6	3	5	7	12	17	30	45	65	89	117
	21,2	4	1	3	5	8	12	21	31	45	61	80
	26,7	3	1	2	4	6	8	15	23	33	45	58
	33,6	2	1	1	3	5	7	12	19	27	37	49
	42,4	1	1	1	2	4	6	10	15	22	30	39
XHH	2,08	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361

XHHW	3,31	12	7	11	18	28	41	72	108	156	212	277
XHHW-2	5,26	10	5	8	13	21	30	54	81	116	158	207
ZW	8,37	8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
	13,3	6	1	3	5	8	12	22	33	48	65	85
	21,2	4	1	2	4	6	9	16	24	34	47	61
	26,7	3	1	1	3	5	7	13	20	29	40	52
	33,6	2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	44
XHH	42,4	1	1	1	1	3	5	8	13	18	25	32
XHHW	53,5	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	21	27
XHHW-2	67,4	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	17	23
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Letras de tipo	**Tamaño o Designación del cable:**		**Diámetro nominal en mm**					
	mm^2	**AWG kcmil**	**16**	**21**	**27**	**35**	**41**	**53**
FFH-2, RFH-2,	0,824	18	8	14	22	35	51	90
RFHH-3	1,31	16	7	12	19	29	43	76
SF-2, SFF-2	0,824	18	11	18	28	44	64	113
	1,31	16	9	15	23	36	53	94
	2,08	14	7	12	19	29	43	76
SF-1, SFF-1	0,824	18	19	32	50	78	114	201
AF, RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0,824	18	14	24	37	58	84	148
AF, XF, XFF	1,31	16	11	19	30	47	68	120
TFN, TFFN	2,08	14	9	15	23	36	53	94
PF, PFF, PGF, PGFF	0,824	18	23	38	59	93	135	237
PAF, PTF, PTFF PAFF	1,31	16	17	29	45	71	103	181
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	0,824	18	22	36	56	88	128	225
	1,31	16	17	28	43	68	99	174
	2,08	14	12	21	32	51	74	130
KF-2, KFF-2	0,824	18	28	47	72	113	165	290
	1,31	16	20	35	53	83	121	214
	2,08	14	15	25	39	61	89	157
KF-1, KFF-1	0,824	18	41	68	105	164	239	421
	1,31	16	28	48	74	116	168	297
	2,08	14	19	33	51	80	116	204
	3,31	12	13	23	35	55	80	140
	5,26	10	9	15	23	36	53	94

AF, XF, XFF	0,824	18	48	82	125	196	285	503
	1,31	16	34	57	88	138	200	353
	2,08	14	23	38	59	93	135	237
	3,31	12	15	25	39	61	89	157
	5,26	10	10	16	25	40	58	103
	3,31	12	5	8	12	19	28	50
	5,26	10	4	6	10	15	22	39

Nota: Esta tabla es sólo para conductores con cableado concéntrico. Para cables compactos se debe aplicar la tabla C3A.

TABLA C3A.- Número máximo de conductores compactos en tubo (conduit) flexibles (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
THW	8,37	8	3	5	8	13	19	33	50	71	97	127
THHW	13,3	6	1	3	5	7	11	20	29	43	58	76
THW-2	21,2	4	1	2	3	5	8	15	22	32	43	57
	33,6	2	1	1	2	4	6	11	16	23	32	42
	42,4	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	29
	53,5	1/0	1	1	1	2	3	6	10	14	19	25
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	85,0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	107	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	11	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN	8,37	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
THWN	13,3	6	3	4	7	11	16	29	43	62	85	111
THWN-2	21,2	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69
	33,6	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	42,4	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	67,4	2/0	1	1	1	2	4	6	10	14	20	26
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	127	250	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
XHHW	8,37	8	3	5	8	13	19	33	50	71	97	127
XHHW-2	13,3	6	2	4	6	9	14	24	37	53	72	95
	21,2	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69

	33,6	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	42,4	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	67,4	2/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	127	250	0	1	1	1	1	4	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Nota: Se define el cableado compacto como un proceso de fabricación en el que un conductor normal se comprime hasta que prácticamente desaparecen los intersticios o huecos entre los hilos que forman el conductor.

TABLA C4.- Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo (conduit) metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
RH	2,08	14	6	11	18	31	42	69	98	151	202	261
	3,31	12	5	9	14	25	34	56	79	122	163	209
RHH, RHW	2,08	14	4	8	13	22	30	49	70	108	144	186
THW-2	3,31	12	4	6	11	18	25	41	58	89	120	154
RH, RHH	5,26	10	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
RHW,	8,37	8	1	3	4	8	10	17	24	38	50	65
RHW-2	13,3	6	1	1	3	6	8	14	19	30	40	52
	21,2	4	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
	26,7	3	1	1	2	4	6	9	13	21	28	36
	33,6	2	1	1	1	3	5	8	11	18	24	31
	42,4	1	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	53,5	1/0	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18
	67,4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	85,0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	127	250	0	0	1	1	1	1	3	5	6	8
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1 250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1 500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1 750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW	2,08	14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392

THW	3,31	12	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
THHW	5,26	10	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
THW-2	8,37	8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
RHH*, RHW* RHW-2*	2,08	14	6	11	18	31	42	69	98	151	202	261
RHH*,RHW*	3,31	12	5	9	14	25	34	56	79	122	163	209
RHW-2	5,26	10	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
THW-2*	8,37	8	2	4	7	12	16	26	37	57	76	98
THHW, THW	13,3	6	1	3	5	9	12	20	28	43	58	75
	21,2	4	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
	26,7	3	1	1	3	6	8	13	18	28	37	48
	33,6	2	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
	42,4	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1 250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1 500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1 750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN	2,08	14	14	24	39	68	91	149	211	326	436	562
THWN	3,31	12	10	17	29	49	67	109	154	238	318	410
THWN-2	5,26	10	6	11	18	31	42	68	97	150	200	258
	8,37	8	3	6	10	18	24	39	56	86	115	149
	13,3	6	2	4	7	13	17	28	40	62	83	107
	21,2	4	1	3	4	8	10	17	25	38	51	66
	26,7	3	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
	33,6	2	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
	42,4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	29
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	190	24
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP, FEPB	2,08	14	13	23	38	66	89	145	205	317	423	545

PFA, PFAH	3,31	12	10	17	28	48	65	106	150	231	309	398
TFE	5,26	10	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
	8,37	8	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
	13,3	6	3	5	8	14	19	31	44	67	90	116
	21,2	4	1	3	5	10	13	21	30	47	63	81
	26,7	3	1	3	4	8	11	18	25	39	52	68
	33,6	2	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
PFA, PFAH	42,4	1	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39
TFE												
PFA, PFAH	53,5	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32
TFE, Z	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18
Z	2,08	14	16	28	46	79	107	175	247	381	510	657
	3,31	12	11	20	32	56	76	124	175	271	262	466
	5,26	10	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
	8,37	8	4	7	12	21	29	48	68	105	140	180
	13,3	6	3	5	9	15	20	33	47	73	98	127
	21,2	4	1	3	6	10	14	23	33	50	67	87
	26,7	3	1	2	4	7	10	17	24	37	49	63
	33,6	2	1	1	3	6	8	14	20	30	41	53
	42,4	1	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43
XHH,	2,08	14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
XHHW	3,31	12	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
XHHW-2	5,26	10	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
ZW	8,37	8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
	13,3	6	1	4	6	11	15	24	35	53	71	92
	21,2	4	1	3	4	8	11	18	25	39	52	67
	26,7	3	1	2	4	7	9	15	21	33	44	56
	33,6	2	1	1	3	5	7	12	18	27	37	47
XHH	42,4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
XHHW,	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8	11	17	23	30
XHHW-2	67,4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1 010	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

FFH-2, RFH-2	0,824	18	9	16	26	45	61	100
RFHH-3	1,31	16	8	13	22	38	51	84
SF-2, SFF-2	0,824	18	12	20	33	57	77	126
	1,31	16	10	17	27	47	64	104
	2,08	14	8	13	22	38	51	84
SF-1, SFF-1	0,824	18	21	36	59	101	137	223
AF, RFH-1, RFHH-2,	0,824	18	15	26	43	75	101	165

TF, TFF, XF, XFF AF, RFH-2, TF, TFF, XF, XFF	1,31	16	12	21	35	60	81	133
	2,08	14	10	17	27	47	64	104
AF, XF, XFF	0,824	18	25	42	69	119	161	264
TFN, TFFN	1,31	16	19	32	53	91	123	201
PF, PFF, PGF, PGFF,	0,824	18	23	40	66	113	153	250
PAF, PTF, PTFF,	1,31	16	18	31	51	87	118	193
PAFF	2,08	14	13	23	38	66	89	145
ZF, ZFF, ZHF, HF,	0,824	18	30	52	85	146	197	322
HFF	1,31	16	22	38	63	108	145	238
	2,08	14	16	28	46	79	107	175
KF-2, KFF-2	0,824	18	44	75	123	212	287	468
	1,31	16	31	53	87	149	202	330
	2,08	14	21	36	60	103	139	227
	3,31	12	14	25	41	70	95	156
	5,26	10	10	17	27	47	64	104
	0,824	18	52	90	147	253	342	558
	1,31	16	37	63	103	178	240	392
KF-1, KFF-1	2,08	14	25	42	69	119	161	264
	3,31	12	16	28	46	79	107	175
	5,26	10	10	18	30	52	70	114
	3,31	12	5	9	14	25	34	56
AF, XF, XFF	5,26	10	4	7	11	19	26	43

TABLA C4A.- Número máximo de conductores compactos en tubo (conduit) metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
THW, THW-2	8,37	8	3	6	9	16	22	37	52	80	107	138
	13,3	6	1	3	6	10	13	22	31	48	64	82
	21,2	4	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62
	33,6	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45
	42,4	1	1	1	1	4	5	8	12	18	25	32
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	67,4	2/0	0	1	1	3	4	6	9	13	18	23
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	8,37	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
THHW	13,3	6	3	5	8	14	19	32	45	70	93	120
THHN,	21,2	4	1	3	5	9	12	20	28	43	58	74
THWN,	33,6	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53
THWN-2	42,4	1	1	1	3	5	6	10	15	23	31	40
	53,5	1/0	1	1	2	4	5	9	13	20	26	34
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28
	85,0	3/0	0	1	1	3	4	6	9	14	18	24

	107	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19
	127	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	253	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
XHHW	8,37	8	3	6	9	16	22	37	52	80	107	138
XHHW-2	13,3	6	2	4	7	12	16	27	38	59	80	103
	21,2	4	1	3	5	9	8	20	28	43	58	74
	33,6	2	1	1	3	6	6	14	20	31	41	53
	42,4	1	1	1	3	5	5	10	15	23	31	40
	53,5	1/0	1	1	2	4	4	9	13	20	26	34
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	11	17	22	29
	85,0	3/0	0	1	1	3	3	6	9	14	18	24
	107	4/0	0	1	1	2	2	5	7	11	15	20
	127	250	0	1	1	1	1	4	6	9	12	16
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	203	400	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	253	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

APENDICE D (Informativo)

GRADOS DE PROTECCION PROPORCIONADOS POR LOS ENVOLVENTES

D.1 Clasificación Norteamericana

tipo 1: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado y para proporcionar un grado de protección contra la suciedad.

tipo 2: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, y para proporcionar un grado de protección contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

tipo 3: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y tolvanera; y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 3R: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 3S: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y tolvaneras; y en el cual el mecanismo externo sigue operable cuando se forman capas de hielo.

tipo 4: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, tolvaneras, salpicaduras de agua y chorro directo de agua y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 4X: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, tolvaneras, salpicaduras de agua, chorro directo de agua y corrosión y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 5: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, acumulación de polvo del ambiente, pelusa, fibras y partículas flotantes y contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

tipo 6: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, chorro directo de agua y la entrada de agua durante inmersión temporal ocasional a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 6P: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, chorro directo de agua, corrosión y la entrada de agua durante inmersión prolongada a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 12: envolventes (gabinetes) construidos (sin discos desprendibles) para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes, contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos; y contra salpicaduras ligeras y escurrimientos de aceite y refrigerantes no corrosivos.

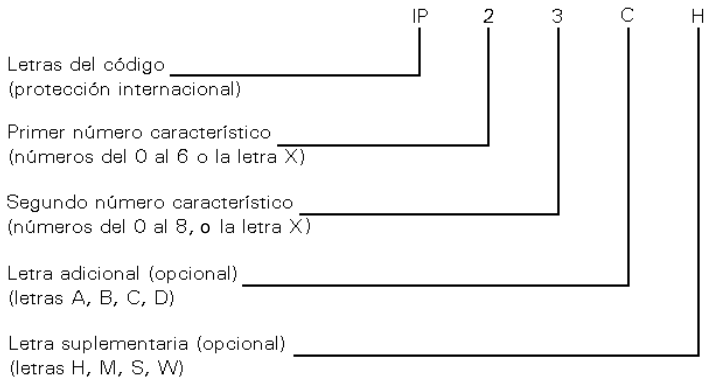
tipo 12K: envolventes (gabinetes) construidos (con discos desprendibles) para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes, contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos; y contra salpicaduras ligeras y escurrimientos de aceite y refrigerantes no corrosivos.

tipo 13: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes; y contra el rociado, salpicaduras y escurrimientos de agua, aceite y refrigerantes no corrosivos.

D.2 Clasificación IEC

código IP: un sistema codificado para indicar los grados de protección proporcionados por un envolvente contra el acceso a partes peligrosas, ingreso de objetos extraños sólidos, ingreso de agua y para proporcionar información adicional en relación con dicha protección.

Distribución del código IP



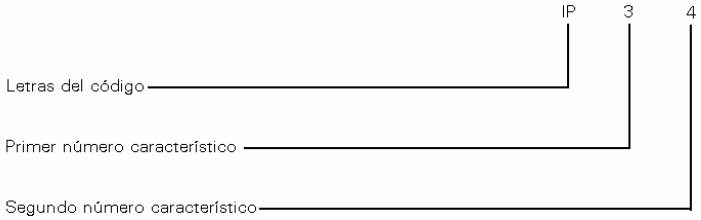
D.2.1 Ejemplos del uso de letras en el código IP

Los ejemplos siguientes sirven para explicar el uso y arreglo de letras en el código IP.

IP44 - Sin letras, sin opciones;

IPX5	- Omitir el primer número característico;
IP2X	- Omitir el segundo número característico;
IP20C	- Usar letra adicional;
IPXXC	- Omitir ambos números característicos, utilizar letra adicional;
IPX1C	- Omitir el primer número característico, utilizar letra adicional;
IP3XD	- Omitir el segundo número característico, utilizar letra adicional;
IP23S	- Utilizar letra suplementaria;
IP21CM	- Utilizar letra adicional y letra suplementaria;
IPX5/IPX7	- Dando dos diferentes grados de protección por un envolvente contra chorros de agua e inmersión temporal para aplicación “dual”.

D.2.2 Código IP que no utiliza letras opcionales



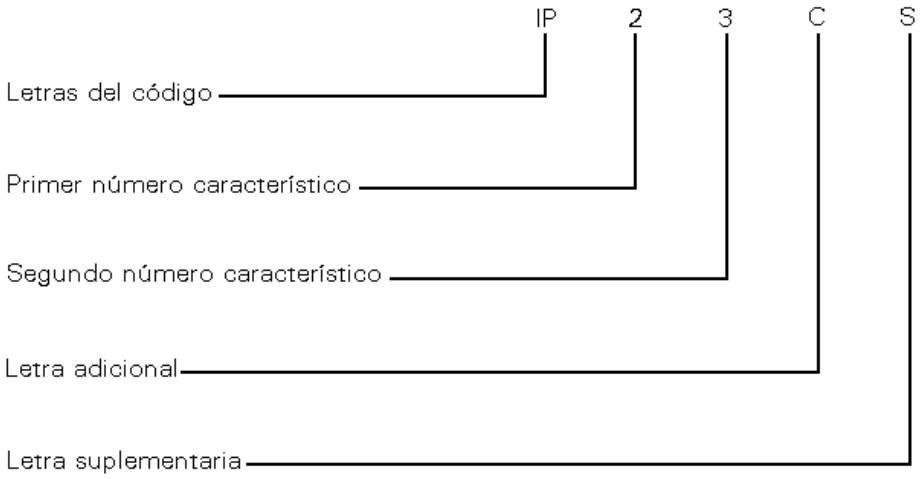
Un envolvente con esta designación (código IP)

(3) - protege a personas que manejan herramientas con un diámetro de 2,5 mm y mayor, contra el acceso a partes peligrosas;

- protege al equipo dentro del envolvente contra el ingreso de objetos extraños sólidos que tienen un diámetro de 2,5 mm y mayor;

(4) - protege al equipo dentro del envolvente contra efectos perjudiciales debidos a las salpicaduras de agua contra el envolvente desde cualquier dirección.

D.2.3 Código IP que utiliza letras opcionales



Un envolvente con esta designación (código IP)

(2) - protege a las personas contra el acceso a partes peligrosas con los dedos;

- protege el equipo dentro del envolvente contra el ingreso de objetos extraños sólidos que tienen un diámetro mayor o igual que 12,5 mm;

(3) - protege el equipo dentro del envolvente contra efectos perjudiciales ocasionados por el rocío de agua contra el envolvente;

(C) - protege contra el acceso a partes peligrosas a personas que manejan herramientas, con un diámetro mayor o igual que 2,5 mm y una longitud que no excede de 100 mm (la herramienta puede penetrar en el envolvente a toda su longitud):

(S) - se prueba para la protección contra efectos perjudiciales ocasionados por el ingreso de agua cuando todas las partes del equipo están estacionarias.

10. TRANSITORIOS

PRIMERO.- La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los seis meses siguientes a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- La presente Norma Oficial Mexicana sólo será aplicable a instalaciones eléctricas que se inicien en fecha posterior a su entrada en vigor, incluyendo ampliaciones o modificaciones a instalaciones existentes.

TERCERO.- La presente Norma Oficial Mexicana cancela y sustituye a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones Eléctricas (utilización).

México, D.F., a 8 de noviembre de 2005.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y Director General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares, **Rubén Filemón Flores García**.- Rúbrica.