

NOVENA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización).
(Continúa en la Décima Sección).

(Viene de la Octava Sección)

c) Canalizaciones dentro de envoltentes. En los envoltentes se permitirá instalar los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada en una canalización que los separe de los de los circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

d) Sistemas asociados dentro de los envoltentes. Se permitirá que los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada en compartimentos, envoltentes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares se instalen con circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estos se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada, y se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, se instalan de manera que mantengan una separación de como mínimo 6 milímetros de los cables y conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada.
- (2) Los conductores del circuito operen a 150 volts o menos a tierra y cumplan además uno de los siguientes requisitos:
 - a. Que los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen usando cables tipo FPL, FPLR o FPLP o cables substitutos permitidos, siempre que los conductores de los cables de potencia limitada que se prolonguen más allá de la cubierta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6 milímetros o por una manga no conductora o una barrera no conductora.
 - b. Que los conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen como circuitos de potencia no limitada, de acuerdo con 760-46.

e) Envoltentes con una sola abertura. Se permitirá instalar los conductores de circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada que entren en compartimentos, envoltentes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, con circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada o a otros circuitos controlados por el sistema de alarma contra incendios al cual se conectan los otros conductores en el envoltente. Si los conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada deben entrar en un envoltente con una sola abertura, se permitirá que lo hagan a través de un accesorio individual (como una "T") siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y fijo firmemente, como una tubería flexible.

f) En fosos de ascensores. En los fosos de los ascensores, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit metálico ligero. Para elevadores o equipos similares, se permitirá que estos conductores se instalen como se indica en 620-21.

g) Otras aplicaciones. Para otras aplicaciones, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar separados como mínimo a 5 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando (a) todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media o (b) todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada están instalados en una canalización, cable con recubrimiento metálico, con armadura metálica, con recubrimiento no metálico o cable del tipo UF.
- (2) Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos

de alarma contra incendios de potencia limitada por una barrera continua, no conductora y fija firmemente, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento de los conductores.

TABLA 760-154. Aplicaciones de los cables de PLFA, situados en edificios

Aplicaciones		Tipo de cable		
		FPLP y FPLP-CI	FPLR y FPLR-CI	FPL y FPL-CI
En ductos fabricados, según lo descrito en 300-22(b)	En ductos fabricados	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	Y*	Y*	Y*
En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental, según lo descrito en 300-22(c)	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	N	N
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	Y*	Y*	Y*
En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	Y*	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	Y*	N
	En canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales	Y*	Y*	N
	En ensambles de enrutamiento de	Y*	Y*	N

	cables para tramos verticales			
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*
Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*
	Sostenido por bandejas portacables	Y*	Y*	Y*
	En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para fines generales	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	Y*	Y*	Y*

Nota: Una "N" en la tabla indica que no debe permitirse que el tipo de cable sea instalado en la aplicación. Una "Y*" indica que debe permitirse que el tipo de cable sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en las secciones 760-130 hasta 760-145.

Tabla 760-154(a).- Sustituciones de los cables

Tipo de cable	Referencias	Sustituciones permitidas
FPLP	760-154(a)	CMP
FPLR	760-154(b)	CMP, FPLP, CMR
FPL	760-154(c)	CMP, FPLP, CMR, FPLR, CMG, CM

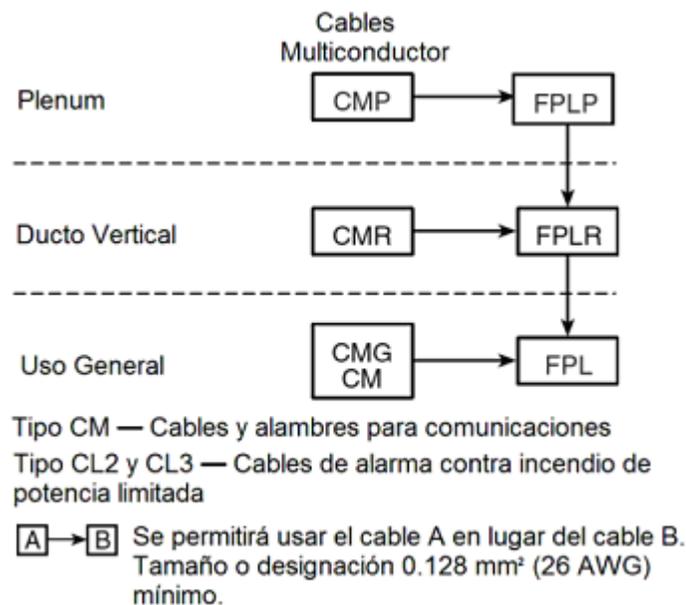


Figura 760-154(a).- Jerarquía de la sustitución de los cables

Parte D. Requisitos de aprobación

760-176. Aprobado y marcado de los cables de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada que se instalen como alambrado dentro de los edificios, deben estar aprobados de acuerdo con 760-176(a) y (b), y como resistentes a la propagación del fuego según 760-176(c) hasta (f) y estar marcados según 760-176(g). El cable utilizado en lugares mojados debe estar aprobado para su uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad. Los cables de alarma de incendio que no tengan limitaciones de potencia tendrán una clasificación de temperatura de no menos de 60 °C.

a) Materiales de los conductores de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA). Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado de tamaño 0.824 mm² (18 AWG) o mayor.

b) Conductores aislados. El aislamiento de los conductores debe tener un valor nominal para la tensión del sistema y no menor de 600 volts. Los conductores aislados de tamaño 2.08 mm² (14 AWG) y mayores deben ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 310-104(a) o uno identificado para este uso. Los conductores aislados de tamaños 0.824 mm² (18 AWG) y 1.31 mm² (16 AWG) deben estar de acuerdo con lo especificado en 760-49.

NOTA: Véase 800-179 para más información sobre los cables de comunicaciones (CMP, CMR, CMG y CM).

c) Tipo NPLFP. Los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada del tipo NPLFP para uso en otros espacios usados para aire ambiental deben estar aprobados para su uso en estos lugares, tal como se describe en 300-22(c) y también deben estar aprobados como poseedores de características para una adecuada resistencia al fuego y baja producción de humo.

NOTA: Un método para definir que un cable es de baja producción de humo y que un cable es resistente al fuego consiste en que el cable exhiba una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 metros o menos.

d) Tipo NPLFR. Los cables del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada del tipo NPLFR para ductos verticales, deben estar aprobados para ser instalados en una trayectoria vertical, en un foso o de piso a piso y deben también estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y capaces de prevenir la propagación de las llamas de un piso a otro.

e) Tipo NPLF. Los cables tipo NPLF para alarmas contra incendio de potencia no limitada deben estar aprobados para uso en alarmas contra incendio de uso general, excepto en ductos verticales, *plenums*, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental, y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

f) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables que se utilicen con el fin de garantizar la integridad de circuitos críticos en condiciones de incendio deben cumplir con lo siguiente:

(1) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables especificados en 760-176(c), (d) y (e) y que se usen para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional empleando el sufijo "-CI". Debe permitirse que los cables de integridad del circuito (CI) sean instalados solamente en una canalización donde estén específicamente aprobados y marcados como parte de un sistema de protección del circuito eléctrico, según lo mencionado en el inciso (2) siguiente.

(2) Sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables especificados en los incisos (c), (d), (e) y (f)(1) de esta sección 170-176, que sean parte de un sistema de protección del circuito eléctrico deben estar identificados con el número de sistema de protección y el valor nominal por hora, impresos en la chaqueta exterior del cable e instalados de acuerdo con lo establecido en el listado del sistema de protección.

g) Marcado de los cables de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada se deben marcar de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760-176(g). Se permitirá que los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada estén marcados con la tensión nominal máxima de 150 volts. Los cables aprobados para integridad del circuito deben estar identificados con el sufijo "CI", según se define en 760-176(f). Se marcará la temperatura nominal en la chaqueta de los cables NPLFA que tengan una temperatura nominal que exceda 60 °C. La chaqueta de los cables NPLFA estará marcada con el tamaño del conductor.

NOTA: Los tipos de cables están aprobados en orden descendente según la clasificación de resistencia nominal contra el fuego.

Tabla 760-176(g) Marcado de los cables NPLFA

Marcado del cable	Tipo	Referencias
NPLFP	Cable del circuito de alarma de incendio de potencia no limitada para uso en "otros espacios usados para aire ambiental"	760-176(c) y (g)
NPLFR	Cable del circuito de alarma de incendio de potencia no limitada para tramos verticales	760-176(d) y (g)
NPLF	Cable del circuito de alarma de incendio de potencia no limitada	760-176(e) y (g)

Nota: Los cables identificados en 760-176(c), (d) y (e) y que cumplan con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "CI" (por ejemplo, NPLFP-CI, NPLFR-CI y NPLF-CI)

760-179. Aprobado y marcado de cables PLFA y de los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada.

Los cables tipo FPL instalados como alambrado dentro de edificios deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego y otros criterios de acuerdo con (a) hasta (h) y deben estar marcados según (i) siguientes. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada deben estar aprobados de acuerdo con 760-179(j). El cable utilizado en lugares mojados debe estar aprobado para uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

a) Materiales de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

b) Tamaño de los conductores. El tamaño de los conductores en un cable multiconductor no debe ser menor a 0.131 mm² (26 AWG). Los conductores individuales no deben ser de tamaño menor a 0.824 mm² (18 AWG).

c) Valor nominal. Los cables deben tener una tensión nominal mínimo de 300 volts.

d) Tipo FPLP. Los cables de alarmas contra incendios de potencia limitada para *plenums* tipo FPLP deben ser adecuados para instalarlos en *plenums*, ductos y otros espacios para aire ambiental, y también deben estar aprobados como poseedores de características para una adecuada resistencia al fuego y baja producción de humo.

e) Tipo FPLR. Los cables de alarma contra incendios de potencia limitada para ductos verticales tipo FPLR, deben estar aprobados como adecuados para instalarlos en trayectorias verticales en un foso o de piso a piso, y deben también estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego capaces de prevenir la propagación de las llamas de un piso a otro.

f) Tipo FPL. Los cables de alarma contra incendios de potencia limitada tipo FPL deben estar aprobados como adecuados para uso en alarmas contra incendio de uso general excepto en ductos verticales, *plenums*, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

g) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables que se utilicen con el fin de garantizar la integridad de circuitos críticos en condiciones de incendio deben cumplir con lo siguiente:

(1) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables especificados en 760-179(d), (e), (f) y (h) y que se usen para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "-CI". Debe permitirse que los cables de integridad del circuito (CI) sean instalados solamente en una canalización donde estén específicamente aprobados y marcados como parte de un sistema de protección del circuito eléctrico, según lo mencionado en el inciso (2) siguiente.

(2) Sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables especificados en los incisos (d), (e), h y (g)(1) de esta sección 170-176, que sean parte de un sistema de protección del circuito eléctrico deben estar identificados con el número de sistema de protección y el valor nominal por hora, impresos en la chaqueta exterior del cable e instalados de acuerdo con lo establecido en el listado del sistema de protección.

h) Cables coaxiales. Se permitirá que los cables coaxiales empleen un alambre conductor central de acero recubierto de cobre de conductividad del 30 por ciento, y deben estar aprobados como cables tipos FPLP, FPLR o FPL.

i) Marcado de cables. Los cables se deben marcar de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760-179(i). En los cables no se debe marcar su tensión nominal. Los cables aprobados para integridad del circuito deben identificarse con el sufijo CI, según se define en (g). Se marcará la temperatura nominal en la chaqueta de los cables PLFA que tengan una temperatura nominal que exceda 60 °C. La chaqueta de los cables PLFA estará marcada con el tamaño del conductor.

NOTA: Si se marcara la tensión en los cables, éste se podría interpretar mal, como sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en aplicaciones de alumbrado, de fuerza y Clase 1.

Excepción: Se permitirá que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se requiera por uno o más de las aprobaciones.

NOTA: Los cables identificados en (d), (e) y (f) que cumplan con los requisitos para la integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "CI" (por ejemplo, FPLP-CI, FPLR-CI y FPL-CI).

j) Detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada, deben ser clasificados de acuerdo con (c), aprobados como resistentes a la propagación del fuego según (d) hasta (f), marcados de acuerdo con (i) y el compuesto de la cubierta exterior debe tener un alto grado de resistencia a la abrasión.

Tabla 760-179(i).- Marcados de cables

Marcados del cable	Tipo de cable
FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada en <i>plenums</i>
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada en ductos verticales
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada

ARTÍCULO 770

CABLES Y CANALIZACIONES PARA FIBRA ÓPTICA

Ver Nota Figura 800(a) y Nota Figura 800(b) sobre la aplicación ilustrativa de un conductor de unión o de un conductor de electrodo de puesta a tierra.

Parte A. Generalidades

770-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de cables de fibra óptica, canalizaciones, y ensamblajes enrutadores de cables. Este Artículo no abarca la construcción de cables de fibra óptica ni de canalizaciones para fibra óptica.

770-2. Definiciones. Ver Parte A del Artículo 100. Para los propósitos de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones adicionales.

Cable de fibra óptica abandonado. Cable de fibra óptica instalado que no termina en un equipo, diferente de un conector, y no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

Expuesto (a contacto accidental). Cable de fibra óptica conductivo que se encuentra en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, se puede producir contacto entre elementos conductivos no portadores de corriente del cable y un circuito eléctrico.

NOTA: Ver Parte A del Artículo 100 con respecto a dos definiciones diferentes de Expuesto. Expuesto (como se aplica en las partes vivas) y Expuesto (como se aplica en los métodos de alambrado)

Punto de entrada. Punto dentro de un edificio en el cual el cable emerge de una pared externa, de una placa de concreto en el piso.

Recubrimiento del cable. Cubierta sobre el ensamble de fibra óptica que incluye una o más cubiertas y puede incluir uno o más elementos metálicos o elementos de resistencia mecánica.

770-3. Otros Artículos. Las instalaciones de cables de fibra óptica y sus canalizaciones, deben cumplir lo establecido en (a) y (b) siguientes. Sólo aquellas secciones del Capítulo 2 y del Artículo 300 referenciadas en este Artículo se deben aplicar a los cables de fibra óptica y a las canalizaciones para fibra óptica.

a) Áreas peligrosas (clasificadas). Se permite instalar cables de fibra óptica aprobados en áreas peligrosas (clasificadas). Los cables deben ser sellados de acuerdo con los requisitos de 501-15, 502-15, 505-16 o 506-16, lo que sea aplicable.

b) Cables en ductos para polvos, fibras sueltas o extracción de vapores. Los requisitos de la sección 300-22(a) para sistemas de cableado deben aplicarse a los cables de fibra óptica conductores.

c) Cables compuestos: Cables compuestos de fibra óptica serán clasificados como cables eléctricos de acuerdo al tipo de conductores eléctricos. Deberán ser construidos, aprobados, y marcados de acuerdo con el Artículo apropiado para cada tipo de cable eléctrico.

770-21. Acceso a equipos eléctricos detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no se debe impedir por la acumulación de cables de fibra óptica que dificulten o eviten quitar los paneles, incluso los de los plafones suspendidos.

770-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los cables de fibra óptica se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables instalados expuestos en la superficie de plafones y paredes laterales deben estar soportados por la estructura del edificio de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Dichos cables se deben asegurar usando accesorios de fijación incluyendo flejes, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con las secciones 300-4(d) hasta (g) y 300-11. Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para ventilación ambiental (cámaras de distribución de aire) deben estar listados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor.

NOTA 1: La pintura, el concreto, los limpiadores, los abrasivos, los residuos corrosivos, u otros contaminantes pueden resultar en una alteración indeterminada de las propiedades del cable de fibra óptica

NOTA 2: Para mayor información sobre las prácticas aceptadas por la industria para la instalación de cableado de fibra óptica ver Apéndice B.

770-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de fibra óptica abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

770-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de cables de fibra óptica y de canalizaciones de comunicaciones en espacios huecos, ductos verticales y ductos de ventilación o circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de las penetraciones de los cables de fibra óptica y de las canalizaciones de comunicaciones a través de paredes, divisiones, pisos o plafones con resistencia nominal al fuego deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego.

NOTA: Los directorios de materiales eléctricos para la construcción publicados por los laboratorios de prueba calificados contienen muchas restricciones de aprobado de la instalación, necesarias para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego de los ensambles cuando se hacen penetraciones o aberturas. Las normas de construcción también contienen restricciones sobre las penetraciones de las membranas en los lados opuestos de un ensamble para pared con clasificación de resistencia nominal al fuego. Un ejemplo

es la separación horizontal mínima de 60 centímetros que generalmente se aplica entre las cajas instaladas en los lados opuestos de la pared. En las normas de edificio, directorios de resistencia contra el fuego y aprobaciones de producto se pueden encontrar ayudas para cumplir con lo especificado en esta sección.

Parte B. Cables en el exterior y entrando a los edificios.

770-44. Cables aéreos de fibra óptica. Los cables aéreos de fibra óptica que contengan una parte metálica no conductora de corriente que entre en los edificios deberán cumplir lo dispuesto en 840-44(a) y (b).

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de fibra óptica y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables de fibra óptica deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables de fibra óptica no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables de fibra óptica debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas de 0 a 750 volts, encima y paralelas a las acometidas de servicios de comunicaciones de banda ancha alimentados por la instalación del edificio, deben tener una separación mínima de 30 centímetros en cualquier parte del claro interpostal, incluyendo hasta el punto donde se fija al edificio. En el poste se debe mantener un libramiento no menor de 1.00 metro entre los dos servicios.

b) Sobre los techos. Los cables de fibra óptica en el exterior deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Los requisitos de 770-44(b) no aplican a edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si:

1) los conductores de acometida de los sistemas de fibra óptica pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y

2) el cable de fibra óptica es terminado en una canalización a través o encima del techo u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

770-47. Cables de fibra óptica subterráneos que entran en edificios. La instalación de los cables de fibra óptica subterráneos que entran en edificios deben cumplir con lo establecido en las secciones 770- 47(a) y (b).

a) Sistemas subterráneos con conductores de circuitos de luz eléctrica, de potencia, de Clase 1, de alarma de incendio de potencia no limitada. Los cables conductores de fibra óptica, subterráneos, que entran en edificios con conductores de circuitos de luz eléctrica, de potencia, de Clase 1 o de alarmas de incendio de potencia no limitada en una canalización, envolvente de acceso manual o pozo de inspección deben estar ubicados en una sección separada de estos conductores por medio de divisiones de ladrillo, concreto o azulejo o por medio de una barrera adecuada.

b) Cables y canalizaciones enterrados directamente. Los cables conductores de fibra óptica, enterrados directamente deben estar separados por una distancia de al menos 30 cm de los conductores de cualquiera de los circuitos de luz eléctrica, de potencia, de alarma de incendio de potencia no limitada o de un circuito de Clase 1.

Excepción 1: No debe requerirse que los cables conductores de fibra óptica enterrados directamente estén separados por una distancia de al menos 30 cm de los conductores de la acometida eléctrica, donde los conductores de la acometida eléctrica estén instalados en canalizaciones o tengan una armadura metálica.

Excepción 2: No debe requerirse que los cables conductores de fibra óptica enterrados directamente estén separados por una distancia de al menos 30 cm de los conductores de alimentadores o circuitos derivados de iluminación o potencia, de los conductores de circuitos de alarma de incendio de potencia no limitada o de los conductores de circuitos de Clase 1, donde los conductores de alimentadores o de circuitos derivados de iluminación o potencia, los conductores de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada o

los conductores de circuitos de Clase 1 estén instalados en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, revestidos de metal o de los tipos UF o USE.

770-48. Cables afuera y entrando a los edificios.

a) Cables conductores y no conductores. Se permitirá instalar cables de fibra óptica conductores y no conductores aprobados, en espacios de edificios distintos de: ductos verticales, *plenums* ductos usados para aire ambiental, y otros espacios usados para aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde su punto de entrada, no supere los 15.00 metros y el cable entre en el edificio desde el exterior y termine en un envolvente.

Se permitirá que el punto de entrada se extienda desde la penetración de la pared externa o de la losa del suelo, encerrando continuamente los cables de entrada de fibra óptica en un conducto metálico rígido (RMC) o un conducto metálico intermedio (IMC) hasta el punto de emergencia.

NOTA 1: Por lo general se utilizan cajas de empalme o de terminación, tanto metálicas como de plástico, como envolventes para empalme o terminación de los cables de fibra óptica.

b) Cables no conductores en canalizaciones. Se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores situados en el exterior de la planta entren en el edificio desde el exterior y se permitirá estén instalados en cualquiera de las siguientes canalizaciones:

- (1) tubo conduit Metálico semipesado Tipo IMC;
- (2) tubo conduit metálico pesado Tipo RMC;
- (3) tubo conduit rígido de policloruro de vinilo Tipo PVC;
- (4) tubo conduit metálico ligero Tipo EMT.

770- 49. Puesta a tierra de conductos de entrada metálicos. Los conductos metálicos pesado (RMC) o los conductos metálicos semipesados (IMC) que contengan cables de fibra óptica de entrada deben estar conectados mediante un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra con un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 770-100(b).

Parte C. Protección

770-93. Puesta a tierra o interrupción de los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica que entran al edificio o terminan en el exterior de éste, deben cumplir con lo dispuesto en (a) o (b) siguientes.

a) Que entran al edificio. En las instalaciones donde un cable de fibra óptica esté expuesto al contacto con conductores de circuitos de alumbrado o de fuerza, y el cable entre al edificio, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 770-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

b) Terminación en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de fibra óptica está expuesto al contacto con los conductores de fuerza o de alumbrado eléctrico y el cable termina en el exterior del edificio, los elementos metálicos no portadores de corriente deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 770-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de terminación del cable.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

770-100. Puesta a tierra y unión del cable de entrada. Cuando se requiera, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran en los edificios deben estar unidos y puestos a tierra tal como se especifica en (a) hasta (d) siguientes:

a) Conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra.

1) Aislamiento. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar aprobado y se permitirá que sea aislado, forrado o desnudo.

2) Material. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre o de otro material conductor resistente a la corrosión, trenzado o sólido.

3) Tamaño. El tamaño del conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser inferior al 2.08 mm² (14 AWG). Debe tener una ampacidad no menor que la del elemento puesto a tierra. No se exigirá que el conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra sea de un tamaño superior al 13.3 mm² (6 AWG).

4) Longitud. El conductor de unión o el conductor del electrodo de puesta a tierra deben ser de la menor longitud posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de unión o el conductor del electrodo de puesta a tierra deben ser de la menor longitud posible y no exceder de 6.0 m de largo.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de unión o del conductor del electrodo de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de potencia y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no sea factible lograr una longitud máxima total del conductor de unión o del conductor del electrodo de puesta a tierra de 6.0 m, debe colocarse una varilla a tierra separada que cumpla con los criterios de dimensiones mínimas de la sección 770-100(b)(3)(2), el conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado a la varilla a tierra separada según lo establecido en la sección 770-100(c) y la varilla a tierra separada debe estar unida al sistema del electrodo de puesta a tierra de potencia, de acuerdo con lo establecido en la sección 770-100(d).

5) Tendido en línea recta. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra se debe tender en una línea lo más recta que sea posible.

6) Protección física. Cuando estén expuestos, los conductores de unión y los conductores del electrodo de puesta a tierra deberán estar protegidos contra daños físicos. Cuando el conductor de unión o el conductor del electrodo de puesta a tierra estén instalados en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben estar unidos a los conductores contenidos o a la misma terminal o electrodo al que está conectado el conductor de unión o al conductor del electrodo de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con (1), (2) o (3) siguientes.

1) En edificios o estructuras con una terminal de unión de intersistema. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminal de unión de intersistema como es requerido en 250-94, el conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado a la terminal de unión del intersistema.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si se establece una terminal de unión intersistemas, se aplicará 250-94(a).

Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminal de unión intersistemas, el conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de uno de los siguientes elementos:

- (1) Al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura, tal como se indica en 250-50.
- (2) Al sistema de tubería metálica interior de agua, puesta a tierra, a una distancia máxima de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, tal como se indica en 250-52.
- (3) Al medio accesible de la acometida, afuera de las envolventes, usando la excepción que se indica en 250-94(a).
- (4) La canalización metálica no flexible de la acometida.
- (5) Al envoltorio del equipo de acometida.
- (6) Al conductor del electrodo de puesta a tierra o al envoltorio metálico del conductor del electrodo de puesta a tierra de la acometida, o
- (7) Al conductor del electrodo de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que esté puesto a tierra a un electrodo, tal como se indica en 250-32.

3) En edificios o estructuras sin terminal de unión de intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminal de unión de intersistemas ni un medio de puesta a tierra, tal como se describe en (b)(2) anterior, el conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos.

- (1) A cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).
- (2) Si el edificio o estructura alimentada no tienen medios de puesta a tierra, como se describe en 770-100(b)(2) o (b)(3)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(7) y (a)(8) o a una varilla o tubo cuya longitud no sea inferior a 1.50 metros y 12.7 milímetros de diámetro, enterrado, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente mojada y separado de los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas según se indica en 800-53 y por lo menos a 1.80 metros de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de

vapor y los conductores aéreos del sistema pararrayos, no se deben utilizar como electrodos para los elementos metálicos no conductores de corriente.

c) Conexión al electrodo. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en 250-70.

d) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de cobre, de tamaño no menor a 13.3 mm² (6 AWG) o equivalente entre el electrodo de puesta a tierra y el sistema del electrodo de puesta a tierra en el edificio o estructura alimentada cuando se utilizan electrodos separados.

Excepción: En casas móviles, tal como se indica 770-106 siguiente.

NOTA 1: Véase 250-60 con respecto al uso de los terminales aéreos (varillas pararrayos).

NOTA 2: La unión de todos los electrodos separados limita las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

770-106. Puesta a tierra y unión de los cables de entrada a casas móviles.

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

- (1) Cuando no hay equipo de acometida de la casa móvil ubicado a una distancia no mayor que 9.00 metros desde la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran a la casa móvil deben estar puestos a tierra de acuerdo con 770-100(b)(3).
- (2) Cuando no hay un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra según 250-32 y ubicado a una distancia no mayor que 9.00 metros desde la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran a la casa móvil deben estar puestos a tierra de acuerdo con 770-100(b)(3).

b) Unión. El electrodo de puesta a tierra debe estar unido al bastidor metálico o a la terminal de puesta a tierra disponible en la casa móvil, con un conductor de cobre de puesta a tierra de tamaño no menor a 3.31 mm² (12 AWG) bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando no hay equipo de acometida ni medios de desconexión para la casa móvil, tal como se indica en 770-106(a).
- (2) Cuando la casa móvil es alimentada con cordón y clavija.

Parte E. Métodos de instalación dentro de los edificios

770-110. Canalizaciones para cables de fibra óptica.

a) Tipos de canalización. Se permitirá que cables de fibra óptica sean instalados en cualquier canalización que cumpla con (1) ó (2) siguientes y en ensambles de enrutamiento de cables instalados de conformidad con lo descrito en la sección 770-110(c):

1) Canalizaciones reconocidas en Capítulo 3. Se permitirá que cables de fibra óptica sean instalados de acuerdo con el capítulo 3. Las canalizaciones serán instaladas de acuerdo con los requisitos del capítulo 3.

2) Canalizaciones de comunicaciones. Se permitirá que cables de fibra óptica sean instalados en canalizaciones aprobadas para *plenums*, canalizaciones aprobadas para comunicaciones en ductos verticales, canalizaciones aprobadas de propósito general, seleccionadas de acuerdo con la Tabla 800-154(b) y aprobadas de acuerdo con 800-113, e instaladas de acuerdo con 362-24 hasta 362-56, cuando apliquen los requisitos aplicables a tubos eléctricos no metálicos (ENT).

3) Ductos internos para cables de fibra óptica. Se permitirán las canalizaciones de comunicación para *plenums*, canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales, canalizaciones de propósito general, seleccionadas de acuerdo con lo que indica la Tabla 800-154(b) que sean instaladas como ductos internos en cualquier tipo de canalización permitida en el Capítulo 3.

b) Ocupación de cables de fibra óptica en canalizaciones. La ocupación de cables de fibra óptica en canalizaciones deberá cumplir con (1) ó (2) siguientes:

1) Sin circuitos de alumbrado o fuerza. Cuando cables de fibra óptica estén instalados en canalización que no contenga circuitos de alumbrado o fuerza, no se deberán aplicar los requisitos de ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10.

2) Cables no conductivos de fibra óptica con circuitos de alumbrado o fuerza. Cuando cables no conductivos de fibra óptica son instalados con circuitos de alumbrado o fuerza en una canalización, se aplicarán los requisitos de ocupación de los Capítulos 3 y 10.

c) Ensamblados de enrutamiento de cables. Debe permitirse que los cables de fibra óptica sean instalados en ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, ensambles de enrutamiento de cables para tramos

verticales y ensambles de enrutamiento de cables para fines generales, seleccionados de acuerdo con lo descrito en las disposiciones de la sección 800-113 y lo especificado en la Tabla 800-154(c), aprobados de acuerdo con la sección 800-182 e instalados de acuerdo con las secciones 800-110(c) y 800-113.

770-113. Instalación de cables de fibra óptica. La instalación de cables de fibra óptica debe cumplir con (a) hasta (j) siguientes. La instalación de canalizaciones también debe cumplir con 770-110.

a) Aprobado. Los cables de fibra óptica instalados en edificios deberán ser aprobados.

b) Ductos específicamente fabricados utilizados para aire ambiental. Se permitirán los siguientes cables en ductos específicamente fabricados para ventilación ambiental, como se describe en 300-22(b) si estos cables tienen interacción directa con el sistema de distribución de aire:

- (1) Cables tipo OFCP y OFNP hasta 1.2 metros
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en canalizaciones que están instaladas de acuerdo con 300-22(b)

c) Otros espacios utilizados para aire ambiental (*plenums*). Los siguientes cables y canalizaciones serán permitidos en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

- (1) Cables tipo OFNP y OFCP
- (2) Cables tipo OFNP y OFCP instalados en canalizaciones para *plenums* o canalizaciones para comunicaciones en *plenums* aprobados de acuerdo con la sección 800-182.
- (3) Cables tipo OFNP y OFCP instalados en ensambles de enrutamiento de cables en *plenums* aprobados de acuerdo con la sección 800-182.
- (4) Cables tipo OFNP y OFCP soportados por charolas portacables metálicas o sistemas de charolas portacables.
- (5) Cables tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en canalizaciones que están instaladas de acuerdo con 300-22(c).
- (6) Cables de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH, sostenidos por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*), según se describe en la sección 300-22(c).
- (7) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*, canalizaciones para comunicaciones de tramos verticales o canalizaciones de comunicaciones de propósito general aprobadas de acuerdo con la sección 800-182 o soportadas por charolas portacables metálicas de fondo sólido con tapa metálica sólida en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).

d) Ductos verticales-Cables en ductos verticales. Los siguientes cables serán permitidos en tendidos verticales para atravesar uno o más pisos y en tendidos verticales en un pozo:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Ensamblados enrutadores de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - d. Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales

NOTA: Véase 770-26 para requisitos de cortafuegos en aberturas a través de pisos.

e) Ductos verticales-cables y ductos internos en canalizaciones metálicas. Los siguientes cables y ductos internos serán permitidos en canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso.

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums* (ductos internos)
 - b. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales (ductos internos)
 - c. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general (ductos internos)

NOTA: Véase 770-26 para requisitos de cortafuegos en aberturas a través de pisos.

f) Ductos verticales-cables en espacios a prueba de fuego. Los siguientes cables se permitirá que sean instalados en espacios verticales a prueba de fuego que tengan cortafuegos en cada piso:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables instalados tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales
 - c. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - d. Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales
 - e. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
 - f. Ensamblados enrutadores de cables de propósito general

NOTA: Véase 770-26 para requisitos de cortafuegos en aberturas a través de pisos.

g) Ductos verticales en viviendas unifamiliares y bifamiliares. Los siguientes cables, canalizaciones y ensamblados enrutadores de cables serán permitidos en viviendas unifamiliares y bifamiliares:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Ensamblados enrutadores de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - d. Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales
 - e. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
 - f. Ensamblados enrutadores de cables de propósito general

h) Charolas portables. Los siguientes cables se permitirá que estén soportadas por charolas portables:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - c. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general

i) Bastidores de distribución y marcos de conexión. Los siguientes cables, canalizaciones y ensamblados enrutadores de cables se permitirá que sean instalados en bastidores de distribución y marcos de conexión:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Ensamblados enrutadores de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - d. Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales
 - e. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
 - f. Ensamblados enrutadores de cables de propósito general

j) Otros lugares del edificio. Los siguientes cables, canalizaciones y ensamblados enrutadores de cables se permitirá que sean instalados en lugares de un edificio, que no sean los considerados en los incisos (b) hasta (i) anteriores

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH

- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:
- Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - Ensamblados enrutadores de cables en *plenums*
 - Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales
 - Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
 - Ensamblados enrutadores de cables de propósito general
- (3) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC instalados en algún tipo de canalización reconocida en Capítulo 3

770-114. Puesta a tierra. Los elementos conductivos no portadores de corriente de cables de fibra óptica deben ser unidos a un bastidor o envoltorio de equipo puesto a tierra, o puesto a tierra de acuerdo con los métodos de puesta a tierra especificados en 770-100(b)(2).

770-133. Instalación de fibras ópticas y conductores eléctricos.

a) Con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Cuando los cables de fibra óptica están dentro del mismo cable compuesto para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, que operen a 1000 volts o menos, se permitirá que estén instalados únicamente cuando las funciones de la fibra óptica y de los conductores eléctricos estén asociadas.

Se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores ocupen la misma canalización o charola portacables con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, tipo ITC o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, que operen a 1000 volts o menos. No se permitirá que los cables de fibra óptica conductores ocupen la misma canalización o charola portacables, con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, tipo ITC o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Se permitirá que las fibras ópticas en cables de fibra óptica compuestos que tengan únicamente conductores de corriente para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 con valor nominal para 1000 volts o menos, ocupen el mismo gabinete, charola portacables, caja de salida, panel, canalización u otro envoltorio de terminación junto con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, o Clase 1 que operen a 1000 volts o menos.

No se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores ocupen el mismo gabinete, caja de salida, panel, o envoltorio similar que aloje a las terminaciones eléctricas de un circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Se permitirá la ocupación del mismo gabinete, caja de salida, panel o envoltorio similar cuando los cables de fibra óptica no conductores estén asociados funcionalmente con el circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 2: Se permitirá la ocupación del mismo gabinete, caja de salida, panel o envoltorio similar cuando los cables de fibra óptica no conductores se instalan en centros de control ensamblados en fábrica o en campo.

Excepción 3: Únicamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores estén con circuitos que operen a más de 1000 volts.

Excepción 4: Únicamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá la instalación de fibras ópticas en cables de fibra óptica compuestos que tengan conductores portadores de corriente que operen a más de 1000 volts.

Excepción 5: Si todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los cables de fibra óptica por una barrera permanente o una división aprobada.

b) Con otros circuitos. Las fibras ópticas se permitirán en el mismo cable, y los cables de fibra óptica conductivos y no conductivos se permitirán en la misma charola portacables, envolvente, o canalización con cualquiera de los conductores siguientes:

- (1) Circuitos de control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de potencia limitada, de conformidad con el Artículo 645 o las Partes A y C del Artículo 725.
- (2) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de conformidad con las Partes A y C del Artículo 760.
- (3) Circuitos de comunicaciones de conformidad con las Partes A y E del Artículo 800
- (4) Antenas comunitarias de televisión y sistemas de distribución de radio, de conformidad con las partes A y E del artículo 820
- (5) Circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja potencia con conexión a red de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 830

d) Soporte de los cables fibra óptica. Las canalizaciones se deben utilizar para el uso proyectado. Los cables de fibra óptica no deben sujetarse con flejes o con cinta ni con cualquier otro medio de sujeción al exterior de cualquier tubo conduit u otra canalización como medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los tramos aéreos de los cables de fibra óptica estén unidos al exterior de un mástil del tipo canalización proyectado para la sujeción y el soporte de dichos cables.

770-154. Aplicaciones de los cables de fibra óptica aprobados. Aplicaciones permitidas y no permitidas de cables de fibra óptica, aprobados, deben cumplir con cualquiera de los requisitos indicados en la Tabla 770-154(a). Las aplicaciones permitidas deberán sujetarse a los requisitos de instalación de 770-110 y 770-113. Se permitirá sustitución por cable de fibra óptica como se indica en la tabla 770-154(b) y como se ilustra en la figura 770-154.

Tabla 770-154(a).- Aplicaciones para cable de fibra óptica, situados en edificios.

Aplicaciones		Tipo de cable de fibra óptica			
		OFNP, OFCP	OFNR, OFCR	OFNG, OFCG, OFN, OFC	LSOH
En ductos fabricados específicamente para ventilación ambiental, según lo descrito en 300-22(b)	En ductos fabricados	Y*	N	N	Y*
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300.-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*
En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (<i>plenums</i>), según lo descrito en 300-22(c)	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N	Y*
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	N	N	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	N	N	Y*
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N	Y*
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	Y*	Y*	Y*	Y*
En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N	Y*
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*	Y*
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones	Y*	Y*	N	Y*

	para cámara. de distribución. de aire				
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara. de distribución. de aire	Y*	Y*	N	Y*
	En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	Y*	Y*	N	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales	Y*	Y*	N	
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*	Y*
Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*	Y*
	Sostenido por bandejas portacables	Y*	Y*	Y*	Y*
	En bastidores de distribución y arreglos de conexión cruzada	Y*	Y*	Y*	Y*
	En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara. de distribución. de aire	Y*	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara. de distribución. de aire	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	Y*	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para fines generales	Y*	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	Y*	Y*	Y*	Y*

Nota: Una "N" en la tabla indica que no debe permitirse que el tipo de cable sea instalado en la aplicación.

Una "Y*" indica que debe permitirse que el tipo de cable sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en las secciones 770-110 y 770-113.

NOTA 1: La Parte E del Artículo 770 cubre los métodos de instalación dentro de edificios. Esta tabla incluye las aplicaciones de las canalizaciones y cables de fibra óptica aprobados y ensambles de enrutamiento de cables en edificios. La definición de *punto de entrada* se describe en la sección 770-2.

NOTA 2: Para obtener información sobre las restricciones para la instalación de los cables de fibra óptica en ductos específicamente fabricados para aire ambiental, ver sección 770-113(b).

Tabla 770-154(b).- Sustituciones de cables

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
OFNP	Ninguna
OFCP	OFNP
OFNR	OFNP, LSOH
OFCR	OFNP, OFCP, OFNR, LSOH
OFNG, OFN	OFNP, OFNR, LSOH
OFCG, OFC	OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN, LSOH

Parte F. Requisitos de aprobación

770-179. Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica deben estar aprobados e identificados de acuerdo con 770-179(a) hasta (e) y se deben marcar de acuerdo con la Tabla 770-179. Los cables de fibra óptica deben tener una temperatura de operación de cuando menos 60 °C. El grado de temperatura se debe marcar en la cubierta de los cables de fibra óptica que tienen una clasificación de temperatura superior a 60 °C.

a) Tipos OFNP y OFCP. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores para *plenums*, tipos OFNP y OFCP deben ser adecuados para su uso en *plenums*, ductos y otros espacios usados para aire ambiental y, además, deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

b) Tipos OFNR y OFCR. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores para ductos verticales, tipos OFNR y OFCR, deben estar aprobados como adecuados para su uso en trayectorias verticales en un ducto vertical o de un piso a otro y también deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego y capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

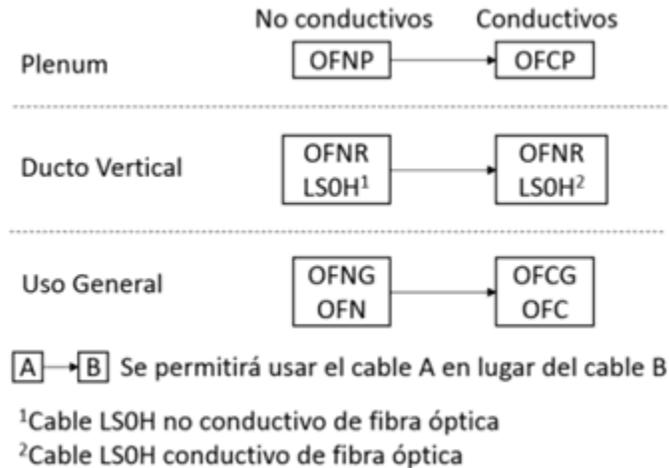


Figura 770-154.- Jerarquía de la sustitución de cables

c) Tipos OFNG y OFCG. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores de uso general, tipos OFNG y OFCG, deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales y *plenums*; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

d) Tipos OFN y OFC. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores, tipos OFN y OFC, deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales, *plenums* y otros espacios utilizados para aire ambiental, y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Los tipos de cables se enumeran en orden descendente con relación a su resistencia nominal al fuego. Dentro de cada resistencia nominal al fuego, el cable no conductor se enumera primero porque puede ser sustituto para el cable conductor.

e) Cables de integridad del circuito (CI) o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables para uso en sistemas para asegurar la integridad de los circuitos bajo condiciones de fuego deben ser cumplir con (1) o (2) siguientes:

(1) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables identificados en (a) hasta (d) anteriores que cumplan con los requisitos para integridad del circuito deben tener una clasificación adicional utilizando el sufijo "CI". A fin de mantener su certificación de resistencia al fuego aprobada, los cables de integridad del circuito (CI) deben ser instalados solamente al aire libre.

(2) Cables resistentes al fuego. Los cables especificados en los incisos (a) hasta (d) anteriores y en subinciso (1) anterior, que sean parte de un sistema de protección del circuito eléctrico, deben ser cables resistentes al fuego y deben estar identificados con el número de sistema de protección sobre el producto o sobre el contenedor unitario más pequeño en el que esté contenido el producto y deben ser instalados de acuerdo con lo establecido en el listado del sistema de protección.

Tabla 770-179.- Marcado de cables

Marcado de cables	Tipo
OFNP	Cable no conductor de fibra óptica en <i>plenum</i>
OFCP	Cable conductor de fibra óptica en <i>plenum</i>
OFNR	Cable no conductor de fibra óptica en ducto vertical
OFCR	Cable conductor de fibra óptica en ducto vertical

OFNG	Cable no conductor de fibra óptica para propósito general
OFCG	Cable conductor de fibra óptica para propósito general
OFN	Cable no conductor de fibra óptica para propósito general
OFC	Cable conductor de fibra óptica para propósito general
LSOH	Cable de baja emisión de humo y libre de halógenos

f) Cables de fibra óptica ensamblados en campo. Los cables de fibra óptica ensamblados en campo deben cumplir con lo establecido en (1) hasta (4) siguientes:

(1) La combinación específica de chaqueta y fibras ópticas prevista para ser instalada como un cable de fibra óptica ensamblado en campo debe estar aprobada de acuerdo con lo establecido en los incisos (a), (b) o (d) anteriores y debe estar marcada de acuerdo con lo especificado en la Tabla 770-179.

(2) La chaqueta de un cable de fibra óptica ensamblado en campo debe tener una marca en la superficie en la que se indiquen las fibras ópticas específicas con las que está aprobada para uso.

(3) Las fibras ópticas deben tener un marcado permanente, por ejemplo, con una cinta de marcado, en el que se indique la chaqueta con la que están aprobadas para uso.

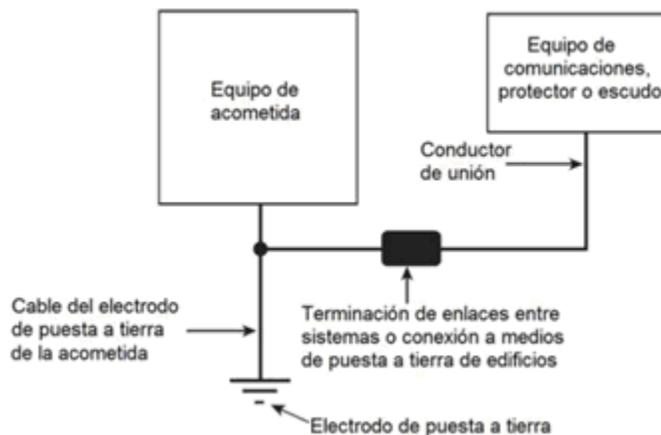
(4) La chaqueta sin fibras debe cumplir con los requisitos de aprobado establecidos para canalizaciones de comunicaciones en las secciones 800-182(a), (b) o (c), según el marcado del cable.

g) Tipo LSOH. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores tipo LSOH deben ser adecuados para su uso general, en trayectorias verticales en un ducto vertical o de un piso a otro y también deben estar aprobados como de baja emisión de humos, libres de halógenos y poseedores de características de resistencia al fuego y capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

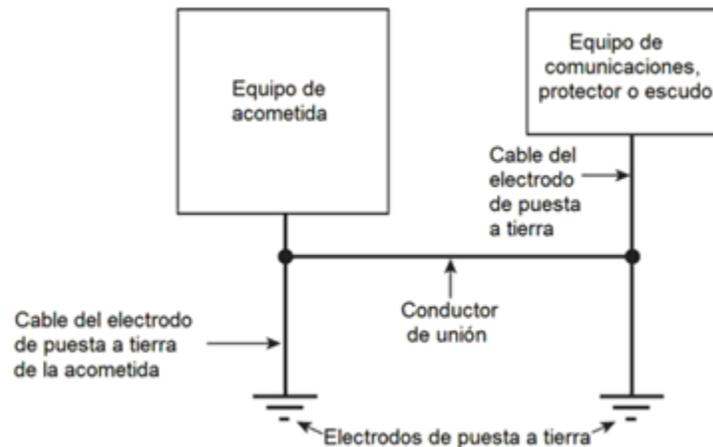
770-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o las partes metálicas no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

CAPÍTULO 8
SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
ARTÍCULO 800
CIRCUITOS DE COMUNICACIONES

NOTA: Figura 800(a). Ejemplo del uso del término Conductor de Unión utilizado en una instalación de comunicaciones.



NOTA: Figura 800(b). Ejemplo del uso del término Conductor del Electrodo de Puesta a Tierra utilizado en una instalación de comunicaciones.



Parte A. Generalidades

800-1. Alcance. Este Artículo cubre los requerimientos para circuitos y equipos de comunicaciones.

NOTA 1: Ver 1.2.2(e) para instalaciones de circuitos y equipos de comunicaciones que no están cubiertos.

NOTA 2: Para mayor información sobre circuitos de control remoto, señalización y circuitos de potencia limitada, ver Artículo 725.

NOTA 3: Para mayor información sobre sistemas de alarma de fuego, véase el Artículo 760.

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.

Cable de comunicaciones abandonado: Cable de comunicaciones instalado que no llega a: terminales en ambos extremos, a un conector u otro equipo y no está marcado con una etiqueta para uso futuro.

Cable de integridad del circuito de comunicaciones: Cable utilizado en sistemas de comunicaciones para asegurar la operación ininterrumpida de circuitos críticos durante un tiempo especificado bajo condiciones de incendio.

Circuito de comunicaciones: El circuito que transmite voz, audio, video, datos, servicios interactivos, telégrafo (excepto radio), el alambrado externo para alarma de fuego o alarma de robo desde el equipo de comunicaciones del suministrador del servicio, al equipo de comunicaciones del usuario hasta, incluyéndolo, el equipo terminal tal como un teléfono, una máquina de fax y una contestadora automática.

Cuadra: Manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones cerrados, pero no las calles.

Expuesto (a contacto accidental): Circuito que está en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100 para otras dos definiciones de Expuesto.

Forro de cable: Cubierta sobre el ensamble del conductor que puede incluir una o más cubiertas metálicas, refuerzos o cubiertas.

Punto de entrada: El punto de entrada a un edificio es el lugar donde los conductores o cables emergencia a través de un muro exterior, de una losa de concreto o de un tubo conduit metálico pesado o semipesado, conectado por un conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 800-100 (b).

800-3. Otros artículos

a) En áreas peligrosas (clasificadas). Los circuitos y equipos de comunicaciones instalados en un área peligrosa (clasificada) de acuerdo con 500-5 y 505-5 deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Alambrado en ductos para polvo, pelusas o remoción de vapor. Aplican los requisitos de 300-22(a).

c) Equipos en otros espacios usados para manejar aire ambiental. Aplican los requisitos de 300-22(c)(3).

d) Instalación y uso. Deben aplicarse los requisitos de la sección 110-3(b).

e) Sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por la red. Para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por la red aplican los requisitos del Artículo 830.

f) Sistemas de comunicación de banda ancha alimentados de la instalación del edificio. Para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados de la instalación del edificio aplican los requisitos del Artículo 840.

g) Cable de fibra óptica. Cuando se usa cable de fibra óptica, total o parcialmente, para proveer un circuito de comunicaciones dentro de un edificio, aplican los requisitos del Artículo 770 a la parte del circuito de comunicaciones instalada con fibra óptica.

h) Limitación de los conductores por temperatura. Se aplicará la sección 310-15 (a)(3)

800-18. Instalación del equipo. El equipo eléctricamente conectado a una red de comunicaciones debe ser aprobado de acuerdo con 800-170. La instalación del equipo también debe cumplir con 110-3b).

Excepción: El requisito de aprobación no se aplica al equipo de prueba destinado a conexión temporal a la red de telecomunicaciones por personal calificado, durante la instalación, mantenimiento o reparación de equipo o sistemas de telecomunicaciones.

800-21. 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.

800-24. Ejecución 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 edificio. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(d) y 300-11. Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para fijar y sostener cables en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) deben estar aprobados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor de acuerdo con 800-170(c).

NOTA: Para mayor información sobre las prácticas aceptadas por la industria para la instalación de cableado de comunicaciones ver Apéndice B.

800-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

800-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La instalación de cables de comunicaciones, canalizaciones de comunicaciones y ensambles de enrutamiento de cables en espacios huecos, fosos verticales y ductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de tal manera que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de los cables de comunicaciones, canalizaciones de comunicaciones ensambles de enrutamiento de cables a través de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación como resistentes al fuego, deben ser cortafuegos utilizando métodos aprobados para mantener la clasificación de resistencia al fuego.

Parte B. Conductores en exteriores y en entrada a edificios

800-44. Cables y alambres aéreos de comunicaciones. Los conductores aéreos que entren en edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Sobre postes y claros. Cuando alambres y cables de comunicaciones, y conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los alambres y cables de comunicaciones deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los alambres y cables de comunicaciones no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir entre los alambres y cables de comunicación debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las bajadas de la acometida de alimentación y los conjuntos de conductores de acometidas aéreas de 0 a 750 volts, encima y paralelas a las acometidas aéreas de comunicación, deben tener una separación mínima de 30 centímetros en cualquier punto del claro, incluyendo el punto de fijación al edificio, siempre que los conductores no puestos a tierra estén aislados y que se mantenga un libramiento de cuando menos 1.00 metro entre las dos acometidas en el poste.

b) Sobre azoteas. Los cables y alambres de comunicaciones deben tener una distancia vertical mínima de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: No se requerirá que los cables y cables de comunicaciones tengan una separación vertical de no menos de 2.5 m por encima de los edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos 46 centímetros si (a) los conductores de la acometida de comunicaciones pasan sobre el alerón de la azotea no más de 1.20 metros; y (b) terminan en una canalización pasante o sobre el techo o soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción en el libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

800-47. Alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entran a edificios. Los alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entren en los edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes. Los requisitos de 310-10(c) no aplican para alambres y cables de comunicaciones.

a) Sistemas subterráneos con conductores eléctricos de luz, potencia, clase 1 o circuito de alarma de incendio de potencia no limitada. Los alambres y cables de comunicaciones subterráneos instalados en canalizaciones, registros o pozos de visita 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 ladrillo, concreto o loseta o por medio de una barrera adecuada.

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 tal manera que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o fuerza de más de 300 volts a tierra, no deben aplicarse los requisitos de aislamiento indicados en 800-50(a) y (c), ni se exige colocar soportes aislantes para los conductores, ni se necesitan boquillas para la entrada de los conductores al edificio.

800-48. Cables no aprobados que entran a los edificios. Se permitirá que cables de comunicaciones no aprobados, externos a la instalación, sean instalados en cualquier espacio del edificio que no sea un pozo vertical y ductos, *plenums* u otros espacios para mover aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde el punto de entrada no sea mayor de 15.00 metros y el cable entre al edificio desde el exterior y termine en un envoltente o en un protector primario aprobado. Se permitirá que el punto de entrada se extienda desde la penetración de la pared externa o de la losa de suelo, encerrando continuamente los cables en tubo conduit metálico pesado (RMC) o tubo conduit metálico semipesado (IMC) hasta el punto de emergencia.

NOTA 1: Por lo general se utilizan cajas de empalme o de terminación, tanto metálicas como de plástico, como envoltentes para empalmar o terminar los cables de teléfono.

NOTA 2: Esta sección limita la longitud del cable no aprobado exterior a la instalación a 15.00 metros, mientras que en 800-90(b) se exige que el protector primario esté ubicado lo más cerca posible del punto en el cual el cable entra al edificio. Por lo tanto, en las instalaciones que requieren un protector primario, puede no permitirse que el cable exterior a la fábrica se extienda 15 metros dentro del edificio, si es factible ubicar el protector primario a menos de 15 metros del punto de entrada.

800-49. Puesta a tierra de conductos de entrada metálicos. Los tubos conduit metálicos pesados (RMC) o los conduit metálicos semipesados (IMC) que contengan cables de entrada de comunicaciones deben estar conectados mediante un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra con un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 800-100(b).

800-50. Circuitos que necesitan protectores primarios. Los circuitos que requieren protectores primarios como los descritos en 800-90, 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 aprobados para este propósito de acuerdo con 800-173.

b) Sobre edificios. Los alambres y cables de comunicaciones, que cumplan lo establecido en 800-50(a), deben estar separados por lo menos 10 centímetros 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 alambres y cables de comunicaciones que cumplan con lo indicado en 800-50(a), que se encuentren expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado y fuerza operando a tensiones mayores de 300 volts a tierra y fijados a los edificios, deben separarse de la estructura del edificio mediante aisladores de vidrio, porcelana u otro material aislante.

c) Entrando a edificios. Cuando se instale un protector primario dentro del edificio, los alambres y cables de comunicaciones 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 alambre y cables de comunicaciones que entran, cuando: (1) son cables con pantalla metálica; (2) pasan a través de mampostería; (3) satisfacen los requisitos indicados en 800-50(a) y se omitan los fusibles según se dispone en 800-90(a)(1); o (4) cumplan con los requisitos especificados en 800-50(a) y se utilizan para extender 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 que entren 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 alambre o cable de comunicaciones. Los tubos conduit u otras canalizaciones metálicas colocadas adelante del protector deben estar puestos a tierra.

800-53. Conductores para las descargas atmosféricas. Siempre que sea posible, se debe mantener una separación mínima de 1.80 metros entre los alambres y cables de comunicaciones de los edificios y los conductores para las descargas atmosféricas.

Parte C. Protección

800-90. Dispositivos de protección

a) Aplicación. Se debe instalar un protector primario aprobado en cada circuito que sea parcial o totalmente aéreo no confinado dentro de la cuadra. También se debe colocar un protector primario aprobado en cada circuito, aéreo o subterráneo, que esté situado en la cuadra en la que se ubique el edificio, que pueda estar expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensiones mayores a 300 volts a tierra. Además, donde exista exposición a descargas atmosféricas, cada circuito que conecta las edificaciones en un predio, debe protegerse con un protector primario aprobado en cada extremo del circuito de conexión. La instalación de protectores primarios también debe cumplir lo establecido en 110-3(b).

NOTA 1: En un circuito no expuesto a contacto accidental con conductores de fuerza, la instalación de un protector primario de acuerdo con este Artículo ayuda a proteger contra otros riesgos, tales como descargas atmosféricas y elevaciones anormales de tensión inducida por corrientes de falla en circuitos de fuerza próximos a los circuitos 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) 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 40.00 metros o menos, 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 conectado al sistema de electrodo de puesta a tierra de cada edificio.
- (3) Las áreas que tengan un promedio de cinco días de tormenta por año o menos y la resistividad del terreno menor que 100 ohm-metro.

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 del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector o del conductor puesto a tierra del protector.
- b. Cuando se utilizan conductores aislados de acuerdo con 800-50(a) para extender los circuitos hasta un edificio desde un cable con un(os) elemento(s) del recubrimiento metálico puesto(s) a tierra efectivamente, y si los conductores del cable o sus extremos, o las conexiones entre los conductores aislados, expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra y los equipos de comunicaciones, se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra o del conductor puesto a tierra del protector primario.
- c. Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con lo indicado en 800-50(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 como adecuado para este propósito y para su aplicación con circuitos que se extienden desde un cable que no tenga un(os) elemento(s) metálico(s) en el recubrimiento, y (2) las conexiones de los conductores aislados, hacia las plantas expuestas al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra, o los conductores de las plantas expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra, se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra o del conductor puesto a tierra del protector primario.
- d. Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-50(a) para extender en forma aérea los circuitos hasta un edificio, desde un circuito enterrado o subterráneo no expuesto, al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra.
- e. Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-50(a) para extender los circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra eficazmente hasta un edificio, y si: (1) la combinación de protector primario y los conductores aislados está listada como adecuada para ese propósito de aplicación con circuitos que se extienden desde un cable con el elemento del recubrimiento metálico puesto a tierra efectivamente, y (2) los conductores aislados se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra o del conductor puesto a tierra del protector primario.

2) Protectores primarios con fusibles. Cuando no se cumplan los requisitos indicados en 800-90(a)(1) de (a) hasta (e) se deben usar protectores primarios con fusibles. Un protector primario con fusibles debe consistir en un apartarrayos 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, instrumento y tierra, según sea aplicable.

b) Ubicación. El protector primario debe instalarse dentro del edificio o estructura a la que sirve, o inmediatamente adyacente a ésta y tan cerca como sea posible del punto de entrada.

Para los propósitos de esta sección, se debe considerar que los protectores primarios instalados en el equipo de acometida de casas móviles a un máximo de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o en el medio de desconexión de la casa móvil, conectado a un electrodo por un conductor de puesta a tierra de acuerdo con 250-32 y situado a máximo 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, cumplen los requisitos de esta sección.

NOTA: Seleccionando la ubicación del protector primario para lograr que el conductor de puesta a tierra del protector sea lo más corto posible, ayuda a eliminar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicación y otros sistemas metálicos.

c) Áreas peligrosas (clasificadas). El protector primario no debe instalarse en áreas peligrosas (clasificadas), de acuerdo con lo definido en las secciones 500-5 y 505-5, ni en la proximidad de materiales fácilmente inflamables.

Excepción: Como se permite en 501-150, 502-150 y 503-150.

d) Protectores secundarios. Cuando se instale un protector secundario en serie con el alambre o cable interior de comunicaciones, entre el protector primario y el equipo, el protector debe estar aprobado para ese propósito de acuerdo con 800-170(b).

NOTA: Los protectores secundarios en circuitos expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra, no están diseñados para usarse sin protectores primarios.

800-93. Puesta a tierra o interrupción de los elementos metálicos no conductores de corriente de la cubierta de los cables de comunicaciones. Los cables de comunicaciones que entran al edificio o que terminan en el exterior de éste, deben cumplir con lo dispuesto en (a) y (b) siguientes:

a) Entrando a los edificios. En las instalaciones donde los cables de comunicaciones entran a un edificio, los elementos metálicos de la cubierta del cable deben estar puestos a tierra tal como se especifica 800-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

b) Terminando en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de comunicaciones termina en el exterior del edificio, los elementos metálicos de la cubierta del cable deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 800-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de terminación del cable.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

800-100. Puesta a tierra y unión del cable y del protector primario. El protector primario y los miembros metálicos de la cubierta del cable deben ser unidos y puestos a tierra deben ser unidos y puestos a tierra, como se indica en (a) hasta (d).

a) Conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra

1) Aislamiento. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe estar aprobado para este uso y se permitirá que sea aislado, recubierto o desnudo.

2) Material. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión y puede ser alambre o cable.

3) Tamaño. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe ser de tamaño no menor que 2.08 mm² (14 AWG). El conductor debe tener una ampacidad no menor a los miembros metálicos de la cubierta puestos a tierra y los conductores protegidos del cable de comunicaciones. No se exigirá que el conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra sea de tamaño mayor a 13.3 mm² (6 AWG).

4) Recorrido. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra del protector primario debe ser lo más corto posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de puesta a tierra del protector primario debe ser lo más corto posible y no exceder de 6.00 metros de longitud.

NOTA: Limitaciones similares a la longitud del conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las diferencias de potencial que se pueden desarrollar entre los sistemas de fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible lograr una longitud máxima total del conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra del protector primario de 6.00 metros, se debe instalar por separado una varilla de tierra de comunicaciones que cumpla los criterios de dimensiones mínimas indicadas en 800-100(b)(3)(2); el protector primario debe estar conectado a la varilla de tierra de comunicaciones según 800-100(c) y la varilla de tierra de comunicaciones debe estar conectada al sistema del electrodo de puesta a tierra de la instalación de fuerza, de acuerdo con 800-100(d).

5) Recorrido en línea recta. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra se debe tender en una línea lo más recta que sea posible.

6) Daño físico. Cuando sea necesario, los conductores de unión o de electrodo de puesta a tierra, cuando están expuestos, deben estar protegidos contra daño físico. Cuando el conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra esté dentro de una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor contenido o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe conectarse de acuerdo a (1), (2) o (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con terminación de intersistemas de unión. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de intersistemas de unión, como se requiere en 250-94, el conductor de puesta a tierra debe estar conectado a dicha terminación.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si se establece una terminación de vinculación intersistemas, se aplicará 250-94(a).

Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

- (1) El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, de acuerdo con lo indicado en 250-50;
- (2) El sistema interior de tubería metálica de agua puesto a tierra, hasta una distancia máxima de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, tal como se indica en 250-52;
- (3) Un medio externo accesible de la acometida de energía, fuera de las envolventes utilizando las opciones identificadas en la excepción a 250-94(a);
- (4) La canalización metálica no flexible de la acometida;
- (5) La envolvente del equipo de la acometida;
- (6) El conductor del electrodo de puesta a tierra o el conductor del electrodo de puesta a tierra de la envolvente metálica de la acometida; o
- (7) El conductor de puesta a tierra o el electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que esté puesto a tierra a un electrodo tal como se indica en 250-32. Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor del electrodo de puesta a tierra (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Un dispositivo de unión se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa, aunque éstas no sean removibles.

Para propósitos de esta sección, debe considerarse accesible el equipo de acometida o medio de desconexión de una casa móvil, como se describe en 800-90(b).

3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, tal como se describe en 800-100(b)(2), el conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos.

- (1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).
- (2) Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, como se describe en las secciones 800-100(b)(2) o (b)(3)(a), a cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en las secciones 250-52(a)(7) y (a)(8) o a un tubo o barra puesta a tierra cuya longitud no sea inferior a 1.50 metros y 12.7 milímetros de diámetro, enterrada, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente húmeda y separado de los conductores del sistema de protección para las descargas atmosféricas según lo indica 800-53, y por lo menos a 1.80 metros de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor, ni los conductores terminales aéreos (conductores de la barra del pararrayos), se deben utilizar como electrodos para los protectores y miembros metálicos puestos a tierra.

c) Conexión de los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con lo establecido en 250-70.

d) Unión de electrodos. Un puente de unión de tamaño nominal no menor que 13.3 mm² (6 AWG) o equivalente debe conectar al electrodo de puesta a tierra de comunicaciones y el sistema de electrodos para puesta a tierra en el edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos independientes

Excepción: En casas móviles conforme se indica en 800-106.

NOTA 1: Sobre el uso de varillas de apartarrayos, véase 250-60.

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.

800-106. Puesta a tierra y unión del protector primario en casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

- (1) Cuando no haya un equipo de acometida situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la terminal de puesta a tierra del protector primario debe estar conectado a un conductor del electrodo de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra, según 800-100(b)(3).
- (2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con 250-32, y situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el protector primario debe estar conectado a un electrodo de puesta a tierra, según 800-100(b)(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 cobre, con tamaño no menor que 3.31 mm² (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 cordón y clavija.

Parte E. Métodos de alambrado dentro de edificios

800-110. Canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para alambres y cables de comunicaciones.

a) Tipos de canalizaciones. Se permitirá que se instalen alambres y cables de comunicaciones en cualquier canalización que cumpla con (1) o (2) siguientes y en ensambles de enrutamiento de cables instalados de conformidad con lo descrito en la sección 800-110(c).

1) Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3. Se permitirá que se instalen alambres y cables de comunicaciones en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3.

2) Canalizaciones de comunicaciones. Se permitirá que se instalen alambres y cables de comunicaciones en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*, canalizaciones para comunicaciones aprobadas en pozos verticales o canalizaciones para comunicaciones de uso general seleccionadas de acuerdo con la Tabla 800-154(b), con los requerimientos de 800-182, e instaladas de acuerdo lo establecido en las secciones 800-113 y con 362-24 hasta 362-56, cuando apliquen los requisitos para tubo conduit no-metálico ENT.

3) Interducto para los alambres y los cables de comunicaciones. Se permitirá instalar canalizaciones para comunicaciones en *plenums*, canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales y canalizaciones para comunicaciones de propósito general de acuerdo con la Tabla 800.154 (b), como conducto interno en cualquier tipo de canalización aprobada permitido en el Capítulo 3.

b) Tablas de ocupación para alambres y cables de comunicaciones. Las tablas de ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 9 no aplican para alambres y cables de comunicaciones.

c) Ensamblados de enrutamiento de cables. Debe permitirse que los cables de comunicaciones sean instalados en ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales y ensambles de enrutamiento de cables para fines generales, seleccionados de acuerdo la Tabla 800-154(c), con lo descrito en las disposiciones de la sección 800-182 e instalados de acuerdo con lo establecido en las secciones 800-110(c)(1) y (2) y 800-113.

(1) Soporte horizontal. Los ensambles de enrutamiento de cables deben estar sostenidos, donde se extiendan horizontalmente a intervalos que no excedan de 90 cm y en cada extremo o junta, excepto que estén aprobados para otros intervalos para soportes. En ningún caso debe la distancia entre los soportes exceder de 3 m.

(2) Soporte vertical. Los trayectos verticales de los ensambles de enrutamiento de cables deben estar sostenidos a intervalos que no excedan de 1.2 m, excepto que estén aprobados para otros intervalos para soportes y no debe haber más de una unión entre soportes.

800-113. Instalación de alambres de comunicaciones, cables y canalizaciones para comunicaciones y ensambles de enrutamiento de cables. La instalación de alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones y ensambles de enrutamiento de cables debe cumplir con (a) hasta (l) siguientes. La instalación de canalizaciones también debe cumplir con 800-110.

a) Aprobación. Los alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones instalados en edificios deben ser aprobados.

Excepción: No se requiere que sean aprobados los cables de comunicaciones que cumplan con 800-48.

b) Ductos específicamente fabricados para uso en aire ambiental. Se permitirán los siguientes alambres y cables dentro de ductos fabricados usados para aire ambiental como se describe en 300-22(b) si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

- (1) Hasta 1.25 metros de cable tipo CMP.
- (2) Cable y alambres de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(b).

c) Otros espacios usados para aire ambiental (*Plenums*). Se permitirán los siguientes alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

- (1) Cable tipo CMP.
- (2) Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*.
- (3) Ensamblados enrutadores de cables en *plenums*
- (4) Cable tipo CMP instalados en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*.
- (5) Cable tipo CMP instalados en ensamblados enrutadores de cables en *plenums*
- (6) Cable tipo CMP instalados en canalizaciones para comunicaciones en *plenums* soportadas por charolas metálicas abiertas o en sistemas de charolas para cables.
- (7) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX, LSOH y alambres de comunicaciones instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(c).
- (8) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH, canalizaciones para comunicaciones en *plenums*, canalizaciones verticales para comunicaciones y canalizaciones para comunicaciones de uso general, soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).
- (9) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH, instalados en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*, canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales y canalizaciones para comunicaciones de uso general, soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).

d) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en trayectorias verticales. En trayectorias verticales que crucen uno o más pisos y en trayectorias verticales en un pozo, se permitirán los siguientes cables, canalizaciones y ensamblados de enrutamiento de cables:

- (1) Cables tipo CMP, CMR y LSOH.
- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums* y en trayectorias verticales.
- (3) Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums* y para tramos verticales
- (4) Cables tipo CMP, CMR y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 800-26.

e) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en canalizaciones de metal. En canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables y canalizaciones:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH.
- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y canalizaciones de comunicaciones de uso general.
- (3) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums (interducto).*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales (interducto).*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general (interducto).*

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 800-26.

f) Pozos verticales-Cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables en pozos verticales a prueba de fuego. En pozos verticales que tengan cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH.
- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y canalizaciones de comunicaciones de uso general.
- (3) Ensambles de enrutamiento de cables para *plenums* y para tramos verticales
- (4) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
 - d. *Ensamble de enrutamiento de cables para plenums*
 - e. *Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - f. *Ensamble de cable ruteador de propósito general.*

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 800-26.

g) Pozos verticales —Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirán los siguientes cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para *plenums* en unidades de vivienda de una familia y bifamiliar:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.
- (2) Cable tipo CMX de menos de 6 milímetros de diámetro.
- (3) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (4) Ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (5) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
 - d. *Ensambles de enrutamiento de cables para plenums*
 - e. *Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - f. *Ensamble de cable ruteador de propósito general.*

h) Charolas porta cables. Se permitirá que charolas para cables soporten los siguientes alambres, cables y canalizaciones:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.
- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (3) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*

i) Bastidores de distribución y marcos de conexiones. Se permitirán los siguientes alambres, cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables se instalen en bastidores de distribución y marcos de conexiones:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH, y alambres de comunicaciones.
- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (3) Ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (4) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*

- c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
- d. Ensamblés de enrutamiento de cables para plenums*
- e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
- f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.*

j) Otros lugares del edificio. Se permitirá que se instalen en otros lugares del edificio, diferentes a los cubiertos en los incisos (b) hasta (i) anteriores, los siguientes alambres, cables, canalizaciones y ensamblés de enrutamiento de cables se instalen:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.
- (2) Un máximo de 3.00 metros de cable tipo CMX expuesto en espacios no ocultos.
- (3) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general. (4) Ensamblés de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (5) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
- (6) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. Ensamblés de enrutamiento de cables para plenums*
 - b. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - c. Ensamble de cable ruteador de propósito general.*
- (7) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX, y LSOH instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.
- (8) Alambres tipo CMUC bajo la alfombra y cables instalados bajo alfombra.

k) Unidades de vivienda multifamiliares. Se permitirá que se instalen en unidades de vivienda multifamiliares en ubicaciones diferentes a las cubiertas en los incisos (b) hasta (g) anteriores, los siguientes alambres, cables, canalizaciones y ensamblés de enrutamiento de cables:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.
- (2) Cable tipo CMX de menos de 6 milímetros de diámetro en espacios no ocultos.
- (3) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (4) Ensamblés de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (5) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
- (6) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, y LSOH instalados en:
 - a. Ensamblés de enrutamiento de cables para plenums*
 - b. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - c. Ensamble de cable ruteador de propósito general.*
- (7) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.
- (8) Alambres tipo CMUC bajo la alfombra y cables instalados bajo alfombra.

l) Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirá que se instalen en unidades de vivienda de una familia y bifamiliares en ubicaciones diferentes a las cubiertas en los incisos (b) hasta (f) anteriores, los siguientes alambres, cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.
- (2) Cable tipo CMX de menos de 6 milímetros de diámetro.
- (3) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (4) Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (5) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
- (6) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Ensamblados de enrutamiento de cables para plenums*
 - b. *Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - c. *Ensamble de cable ruteador de propósito general.*
- (7) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.
- (8) Alambres tipo CMUC bajo la alfombra y cables instalados bajo alfombra.
- (9) Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones aprobados de acuerdo con 800-179(i)

800-133. Instalación de los alambres, cables y equipos de comunicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones que van desde el protector a los equipos o, cuando no se exija el protector, los alambres y cables de comunicaciones que están asegurados al interior o al exterior del edificio, deben cumplir cuando sean aplicables, las secciones (a) y (b) siguientes.

a) Separación con otros conductores.

1) En canalizaciones, charola portacables, cajas, cables o envolventes y ensambles de cables.

- a. *Otros circuitos.* Se permitirán cables de comunicaciones en la misma canalización, charola portacables, caja, envolvente y ensambles de enrutamiento de cables donde vayan cualquiera de los siguientes cables:
 - (1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y C del Artículo 725.
 - (2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las partes A y C del Artículo 760.
 - (3) Cables de fibra óptica conductores y no conductores de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 770
 - (4) Antenas comunitarias de televisión y sistemas de distribución de radio, de conformidad con las partes A y E del artículo 820
 - (5) Circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja potencia con conexión a red de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 830
- b. *Circuitos de Clase 2 y Clase 3.* Los circuitos de Clase 1 no deben estar en el mismo cable de los circuitos de comunicaciones. Se permitirán conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con conductores de circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos de Clase 2

y Clase 3 se deben clasificar como circuitos de comunicaciones y cumplir los requisitos de este Artículo. Los cables deben estar aprobados como cables de comunicaciones.

- c. *Los circuitos de comunicaciones de banda ancha accionados por redes eléctricas, de potencia media, de Clase 1, de alarma contra incendios no alimentados por energía y de banda ancha de potencia media en canalizaciones, compartimientos y cajas.* Los conductores de comunicaciones no deben colocarse en ninguna canalización, compartimento, caja de salida, caja de empalmes o accesorio similar con conductores de luz eléctrica, potencia, Clase 1, alarma de incendio sin potencia limitada o circuitos de comunicaciones de banda ancha de potencia media de red.

Excepción 1: No aplicará la sección 800-133(a)(1) si todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los conductores de los circuitos de comunicaciones por una barrera permanente o un divisor aprobado.

Excepción 2: Los conductores de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos cuando estos conductores son introducidos únicamente para alimentar los equipos de comunicaciones. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben instalar dentro del envoltorio manteniendo una separación mínima de 6 milímetros con los conductores de los circuitos de comunicaciones.

Excepción 3: Lo permitido en 620-36.

2) Otras aplicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones deben estar separados 5 centímetros como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: No aplicará la sección 800-133(a)(2) cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, cables tipo AC o UF, o (2) todos los conductores de los circuitos de comunicaciones están alojados en una canalización.

Excepción 2: No aplicará la sección 800-133(a)(2) cuando los cables y alambres de comunicaciones estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento del alambre.

b) Soportes de los conductores. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables o alambres de comunicaciones no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los claros aéreos de cables o alambres de comunicaciones estén sujetos al exterior de un mástil, tipo canalización, previsto para la sujeción y soporte de estos alambres y cables.

800-154. Aplicaciones de alambres, cables y canalizaciones de comunicaciones aprobadas. Las aplicaciones permitidas y no permitidas de cables, alambres y canalizaciones de comunicaciones aprobadas deben ser las indicadas en la Tabla 800-154(a) Tabla 800-154(b) o Tabla 154(c) según corresponda. Las aplicaciones permitidas estarán sujetas a los requisitos de instalación de 800-110 y 800-113. Se permite la sustitución de cables de comunicaciones enlistados en la Tabla 800-154(b) e ilustrados en la Figura 800-154.

Tabla 800-154(a).- Aplicaciones de alambres y cables de comunicaciones en edificios

Aplicaciones		Tipo de alambres y cable							
		CM P	CM R	CM] G CM	CM X	CMU C	LSOH	Cables de potencia híbrida y de comunicaciones	Cables de comunicaciones
En ductos fabricados	En ductos fabricados	Y*	N	N	N	N	Y*	N	N

En viviendas multifamiliares	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	N	N
En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	N	N
Sostenido por bandejas portables	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	N
Debajo de tapetes o bajo revestimiento suelo, baldosas y tabloncillos modulares	N	N	N	N	Y*	Y*	N	N
En bastidores de distribución y arreglos de conexión cruzada	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*	N	Y*
En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En ensambles de enrutamiento de cables en tramos verticales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En canalizaciones de comunicaciones para fines generales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*

Nota: Una "N" en la tabla indica que no se permite instalar el tipo de cable en la aplicación.

Una "Y*" indica que el tipo de cable se puede instalar en la aplicación sujeto a las limitaciones descritas en 800-113. NOTA 1: La Parte E del Artículo 800 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla cubre las aplicaciones de los alambres, cables y canalizaciones de comunicación en edificios. Ver la definición de punto de entrada en 800-2. NOTA 2: Para información sobre las restricciones a la instalación de cables de comunicaciones en ductos fabricados, ver 800-113 (b).

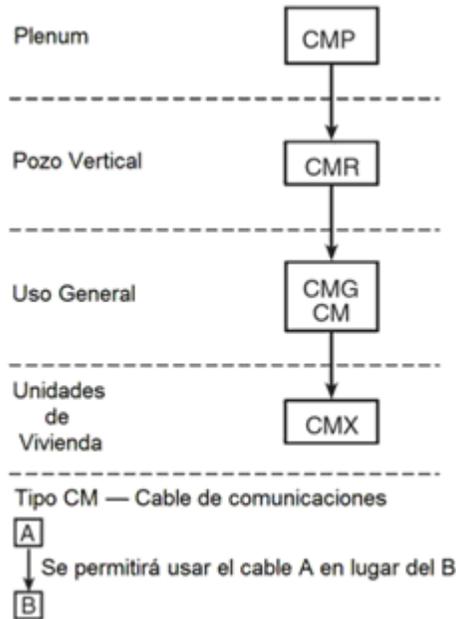


Figura 800-154.- Jerarquía de sustituciones de cables.

Tabla 800-154(d).- Sustituciones de cables.

Tipo de cable	Sustituciones de cables permitidas
CMR	CMP
CMG, CM	CMP, CMR
CMX	CMP, CMR, CMG, CM

Tabla 800-154(b) Aplicaciones de las canalizaciones de comunicaciones, en edificios

Aplicaciones		Tipo de canalización de comunicaciones		
		Cámaras de distribución de aire (<i>plenums</i>)	Tramos verticales	Fines generales
En ductos fabricados específicamente para aire ambiental, según lo descrito en 300-22(B)	En ductos fabricados	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(B)	N	N	N
En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (<i>plenums</i>), según lo descrito en 300-22(c)	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(c)	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	N	N	N
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	Y*	Y*	Y*

En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en tramos verticales	N	N	N
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*
Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*
	En viviendas multifamiliares	Y*	Y*	Y*
	En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*
	Sostenido por bandejas portacables	Y*	Y*	Y*
	Debajo de tapetes o bajo revestimiento de suelo, azulejos modulares y tablonés	N	N	N
	En bastidores de distribución y arreglos de conexión cruzada	Y*	Y*	Y*
	En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en tramos verticales	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	N	N	N

Nota: Una "N" en la tabla indica que no se permitirá instalar el tipo de canalización de comunicaciones en la aplicación.

Una "Y *" indica que se permitirá instalar el tipo de canalización de comunicaciones en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 800-110 y 800-113.

Tabla 800.154(c) Aplicaciones de los ensambles de enrutamiento de cables en edificios

Aplicaciones		Tipo de ensamble de enrutamiento de cables		
		Cámaras de distribución de aire (<i>plenums</i>)	Tramos verticales	Fines generales
En ductos fabricados específicamente para aire ambiental, según lo descrito en 300-	En ductos fabricados	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	N	N	N

22(b)				
En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (<i>plenums</i>), según lo descrito en 300-22(c)	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	N	N	N
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	N	N	N
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	N	N	N
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	N	N	N
En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N
	En canalizaciones metálicas	N	N	N
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	N	N	N
	En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	N	N	N
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*
Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*
	En viviendas multifamiliares	Y*	Y*	Y*
	En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*
	Sostenido por bandejas portacables	N	N	N
	Debajo de tapetes o bajo revestimiento de suelo, azulejos modulares y tablonés	N	N	N
	En bastidores de distribución y arreglos de conexión cruzada	Y*	Y*	Y*
	En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	N	N	N
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	N	N	N
	En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	N	N	N
	En canalizaciones de comunicaciones para fines generales	N	N	N

Nota: Una "N" en la tabla indica que no se permitirá instalar el tipo de ensambles de enrutamiento de cables en la aplicación.

Una "Y *" indica que se permitirá instalar el tipo de ensambles de enrutamiento de cables en la aplicación sujeto a las limitaciones descritas en 800-113.

800-156. Salida para comunicaciones en unidades de vivienda. En construcciones de unidades de vivienda nuevas, se debe instalar cuando menos una salida para comunicaciones, en un área fácilmente accesible y cableada hasta el punto de entrega del suministrador del servicio.

Parte F. Requisitos de aprobación

800-170. Equipo. El equipo de comunicaciones debe estar aprobado para conexión eléctrica a una red de telecomunicaciones.

a) Protectores primarios. Un protector primario debe constar de un apartarrayo conectado entre cada conductor de fase y tierra en un montaje adecuado. Los terminales del protector primario deben estar marcados de modo que indiquen fase y tierra, según sea aplicable.

b) Protectores secundarios. El protector secundario debe estar aprobado como adecuado para proporcionar un medio para limitar de manera segura las corrientes a menos de la ampacidad de los alambres y cables de comunicaciones aprobados para interiores, los conjuntos aprobados de cordones de línea de teléfono y los equipos terminales de comunicaciones aprobados que tienen puertos para alambres de línea de circuitos de comunicaciones externos.

Cualquier protección contra sobretensiones, apartarrayos o conexión de puesta a tierra se debe conectar en las terminales del lado del protector secundario limitador de corriente.

c) Amarres para cables de grado para plenums. Los amarres de cables previstos para ser usados en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) deben estar aprobados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor.

800-173. Alambre y cable de bajada. Los alambres y cables de comunicaciones sin armadura metálica, tendidos desde el último punto de soporte exterior hasta el protector primario, deben estar aprobados como adecuados para el propósito y tener una ampacidad tal como se especifica en las secciones 800-90(a)(1)(b) o (a)(1)(c).

800-179. Alambres y cables de comunicaciones. Los alambres y cables de comunicaciones deben estar aprobados de acuerdo con las secciones (a) hasta (i) siguientes y marcadas según la Tabla 800-179. Los conductores en los cables de comunicaciones, que no sean coaxiales, deben ser de cobre.

Los alambres y cables de comunicaciones deben ser para una tensión no inferior a 300 volts. El aislamiento para los conductores individuales, diferentes al conductor externo de un cable coaxial, debe ser para una tensión de 300 volts como mínimo. La tensión no se debe marcar en el cable ni en el alambre de comunicaciones bajo alfombra. Los alambres y cables de comunicaciones deben tener una designación de temperatura no menor a 60 °C. La clasificación de la temperatura se marcará en la envoltura de los cables de comunicaciones que tengan una temperatura superior a 60 °C

Excepción: Se permitirá que la tensión esté marcada en el cable cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se exija en una o más.

Tabla 800-179.- Marcado en cables

Marcado del cable	Tipo
CMP	Cable de comunicaciones en <i>plenum</i>
CMR	Cable de comunicaciones en pozo vertical
CMG	Cable de comunicaciones de usos generales
CM	Cable de comunicaciones de usos generales
CMX	Cable de comunicaciones de uso limitado
CMUC	Cable y alambre de comunicaciones para uso bajo alfombra
LSOH	Cable de baja emisión de humo y libre de halógenos

Los tipos de cable se enumeran en orden decreciente de resistencia al fuego.

a) Tipo CMP. El cable de comunicación tipo CMP instalados en plafones debe estar aprobado para uso en plafones, 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: Un método para determinar si el cable tiene baja producción de humo y su resistencia a la propagación del fuego, consiste en que el cable muestre una densidad óptica pico de máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.50 metros o menos cuando se somete a prueba.

b) Tipo CMR. El cable de comunicaciones para pozos verticales tipo CMR debe estar aprobado como adecuado para uso en un pozo vertical o de piso a piso y también debe estar aprobado de tener características de resistencia fuego y baja emisión de humo.

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 pozos verticales, plafones y también estar aprobado de tener las características de resistencia a la propagación del fuego y baja emisión de humo.

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 pozos verticales y plafones, además debe estar aprobado como resistente a la propagación del fuego.

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, además debe estar aprobado como resistente a la propagación de la flama.

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.

g) Cable de integridad del circuito (CI) o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables usados garantizar la supervivencia de circuitos críticos bajo condiciones de fuego deben estar aprobados y cumplir con (1) y (2) siguientes

(1) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables de integridad del circuito (CI) que se especifican en las secciones 800-179(a) hasta (d) y que se usan para la supervivencia de los circuitos críticos, deben tener una clasificación adicional mediante el uso del sufijo "CI". A fin de mantener su certificación de resistencia al fuego aprobada, los cables de integridad del circuito (CI) deben ser instalados solamente al aire libre.

(2) Cables resistentes al fuego. Los cables especificados en las secciones 800-79(a) hasta (e) y en la sección 800-179(g)(1), que sean parte de un sistema de protección del circuito eléctrico, deben ser cables resistentes al fuego y deben estar identificados con el número de sistema de protección sobre el producto o sobre el contenedor unitario más pequeño en el que esté contenido el producto y deben ser instalados de acuerdo con lo establecido en el listado del sistema de protección.

h) Alambres de comunicación. Los alambres de comunicaciones, tales como alambres de marcos de distribución y para puentes, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

i) Cables híbridos de energía y comunicaciones. Se permite instalar el cable híbrido de energía y comunicaciones aprobado, cuando el cable de fuerza es de Tipo NM o NM-B conforme con los requisitos de la Parte C del Artículo 334, y el cable para comunicaciones sea tipo CM, las cubiertas de los cables NM o NM-B y CM sean para una tensión de 600 volts como mínimo y el cable híbrido esté aprobado como resistente a la propagación del fuego.

j) Tipo LSOH. Los cables de comunicaciones tipo LSOH deben ser adecuados para su uso general, en trayectorias verticales en un ducto vertical o de un piso a otro y también deben estar aprobados como de baja emisión de humos, libres de halógenos y poseedores de características de resistencia al fuego y capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

800-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los elementos metálicos no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

Tabla 800-182(a) Marcado de los ensambles de enrutamiento de cables

Tipo	Marcado
Ensamble de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	Ensamble de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>
Ensamble de enrutamiento de cables para tramos verticales	Ensamble de enrutamiento de cables para tramos verticales I
Ensamble de enrutamiento de cables para uso general	Ensamble de enrutamiento de cables para uso general

800-182. Canalizaciones para comunicaciones y ensambles de enrutamiento de cables. Las canalizaciones para comunicaciones y los ensambles de cables deben estar aprobadas de acuerdo con los incisos (a) hasta (c) siguientes. Los ensambles de enrutamiento de cables se marcarán de acuerdo con la Tabla 800-182 (a). Las canalizaciones de comunicación se marcarán de acuerdo con la Tabla 800-182 (b).

a) Canalizaciones para comunicaciones en *plenums* y ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*. Las canalizaciones de comunicaciones para deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

b) Canalizaciones para pozos verticales y ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales. Canalizaciones para pozos verticales y ensambles de cables para ruteadores deben estar aprobadas como poseedoras de características de resistencia al fuego adecuadas para evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

c) Ensamblados de enrutamiento de cables de uso general y canalizaciones de comunicación de uso general. Los conjuntos de enrutamiento de cables de propósito general y las vías de comunicación de uso general se clasificarán como resistentes a la propagación del fuego.

Tabla 800-182(b) Marcado de canalizaciones de comunicaciones

Tipo	Marcado
Canalización de comunicaciones en <i>plenum</i>	Canalización de comunicaciones en <i>plenum</i>
Canalización de comunicaciones para tramos verticales	Canalización de comunicaciones para tramos verticales
Canalización de comunicaciones para uso general	Canalización de comunicaciones para uso general

ARTÍCULO 810

EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN

NOTA: Para reflejar más exactamente la aplicación y función del conductor, el término general "conductor de puesta a tierra" como se ha aplicado previamente en este Artículo, se ha reemplazado por cualquiera de los siguientes términos, "conductor de unión" o "conductor del electrodo de puesta a tierra", según sea aplicable.

Parte A. Generalidades

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 de banda civil, y algunas características de seguridad del transmisor. Este Artículo trata sobre antenas tales como las de alambre enrollado, multielementos, de varilla vertical, planas o parabólicas. 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. Definiciones. Ver la Parte A del Artículo 100 para definiciones aplicables a este Artículo.

810-3. 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 conecta las antenas a los equipos debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

810-4. Antenas comunales de televisión. Las antenas comunales deben cumplir con lo establecido en este Artículo. El sistema de distribución debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

810-5. 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 aprobados y no deben estar expuestos a daño físico.

810-6. Protectores de entrada de antenas. Donde se instale un protector contra sobretensión de entrada, éste debe estar aprobado como adecuado para limitar las sobretensiones en el cable que conecta la antena a la electrónica del receptor/transmisor y debe estar conectado entre los conductores y el blindaje puesto a tierra u otra conexión a tierra. El protector de entrada de la antena debe ser puesto a tierra mediante

el uso de un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra, instalados de acuerdo con lo establecido en la sección 810-21(f).

810-7. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los elementos metálicos no portadores de corriente de un cable o las piezas metálicas de equipos o antenas con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

Parte B. Equipo receptor-Sistemas de antenas

810-11. Material. Las antenas y los conductores de entrada deben ser de cobre duro, bronce, aleación de aluminio, con núcleo de acero recubierto con cobre 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 10.00 metros.

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 acometida eléctrica, ni en postes o estructuras similares que soporten líneas abiertas de alumbrado o fuerza, o alambres para troles de más de 250 volts 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. Evitar contactos 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 líneas abiertas de circuitos de alumbrado y 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 las líneas abiertas de alumbrado y fuerza o de las acometidas de instalaciones de menos de 250 volts entre conductores, la instalación debe realizarse de manera que se mantenga una distancia de seguridad no menor que 60 centímetros.

Cuando sea posible, los conductores de la antena se deben instalar de modo que no crucen por debajo de líneas abiertas de alumbrado o fuerza.

810-14. Empalmes. Los empalmes y juntas en los tramos de antena se deben hacer mecánicamente seguros 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 las antenas deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en 810-21, a menos que la antena y su mástil o estructura de soporte estén dentro de una zona de protección definida por una esfera rodante de protección de 46 m de radio.

810-16. Tamaño de la antena de cable - 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 de los conductores de antena exterior para estaciones receptoras

Material	Tamaño mínimo de los conductores, cuando la longitud máxima del tramo es:					
	Menor que 11 metros		De 11 a 45 metros		Mayor que 45 metros	
	mm ²	AWG	mm ²	AWG	mm ²	AWG
Aleación de aluminio y cobre duro	0.650	19	2.08	14	3.31	12
Acero recubierto con cobre, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	0.517	20	1.03	17	2.08	14

b) Antenas autosoportadas. Las antenas exteriores, como las de varillas verticales, parabólicas o bipolares, deben ser de materiales resistentes a la corrosión y de resistencia mecánica adecuada 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 volts 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.

810-17. Tamaño 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 tal que tenga una resistencia a la tensión 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 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 centímetros de los conductores de los circuitos de 250 volts o menos entre conductores, o a menos de 3.00 metros de los conductores de los circuitos de más de 250 volts entre conductores; se exceptúa el caso de circuitos cuya tensión eléctrica no exceda 150 volts entre conductores, si todos los conductores están fijados de tal modo que se asegure una distancia permanente, en cuyo caso la distancia puede reducirse, pero no debe ser menor que 10 centímetros. La distancia de seguridad entre conductores de entrada y cualquier conductor que forme parte de un sistema de pararrayos, no debe ser menor que 1.80 metros. Los conductores subterráneos deben separarse al menos 30 centímetros 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 son instalados en canalizaciones o cables con armadura metálica.

b) Antenas y cables de entradas - Interiores. Las antenas y conductores de antena en interiores no deben estar a menos de 5 centímetros de los conductores de otros sistemas de alambrado en el predio.

Excepción 1: Cuando tales conductores estén instalados en canalizaciones o en cable armado.

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 conductores de antena en 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 aprobado 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 que esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con 800-21, o están 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 antena y el 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 unión y conductores de electrodo de puesta a tierra - Estaciones receptoras. Los conductores de unión o conductores de electrodo de puesta a tierra deben cumplir con los incisos (a) a (k) siguientes:

a) Material. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio, acero recubierto con cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión. No se deben usar conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio o aluminio recubierto de cobre cuando estén en contacto directo con 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 45 centímetros del suelo.

b) Aislamiento. No se exigirá aislamiento en los conductores de unión o en los conductores de electrodo de puesta a tierra.

c) Soportes. Los conductores de unión o los conductores de electrodo 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 del conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra deben aumentarse proporcionalmente.

d) Protección física. El conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra debe protegerse donde esté expuesto a daño físico. Cuando se instale un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización deben estar unidos al conductor que contiene o a la misma terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de unión o el conductor de puesta a tierra.

e) Recorrido en línea recta. El conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra para un mástil de antena o unidad de descarga de antena se deben instalar en línea recta tanto como sea factible.

f) Electrodo. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra deben conectarse como se requiere en (1) a (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con una terminación de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de unión intersistemas como se requiere en 250-94, el conductor de unión debe estar conectado a la terminación de unión intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

- (1) En el sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, como se describe en 250-50;
- (2) Al sistema interno de tubería metálica de agua puesta a tierra, en el tramo de 1.50 metros desde la entrada del edificio, como se describe en 250-52;
- (3) A los medios accesibles de acometida fuera del edificio de acuerdo con lo indicado en 250-94;
- (4) A la canalización metálica de acometida;
- (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 de acometida.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de unión (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Un dispositivo de unión se debe montar en las partes no removibles y no se debe montar en una puerta o una tapa, aunque éstas no sean removibles.

3) En edificios o estructuras sin terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura servida no tiene un medio de terminación de unión intersistemas, ni medios de puesta a tierra como los descritos en 810-21(f)(2), el conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectarse a un electrodo de puesta a tierra como el descrito en 250-52.

g) Dentro o fuera del edificio. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se permite que se tienda dentro o fuera del edificio.

h) Tamaño. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño menor que 5.26 mm² (10 AWG) para cobre, 8.37 mm² (8 AWG) para aluminio y 1.03 mm² (17 AWG) para el acero recubierto con cobre o para bronce.

i) Tierra común. Puede utilizarse un solo conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra tanto como medio de protección como para propósitos de operación.

j) Unión de electrodos. Cuando se usen electrodos separados, se debe conectar un puente de unión de tamaño no-menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o equivalente, entre el equipo de puesta a tierra del radio y televisión y el sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura servida.

k) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con 250-70.

Parte C. Estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados y banda civil - Sistemas de antenas

810-51. Otras secciones aplicables. Los sistemas de antena de las estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados y banda civil, además de cumplir con las disposiciones de esta Parte C, deben cumplir con lo estipulado en 810-11 a 810-15.

810-52. Tamaño de conductores de antena. Los conductores de antena para estaciones transmisoras y receptoras deben ser de tamaño no menor que lo indicado en la Tabla 810-52.

Tabla 810-52.- Tamaño de los conductores para exteriores.

Material	Tamaño mínimo cuando la longitud máxima del tramo es:
-----------------	---

	Menor o igual que 45 metros		Mayor que 45 metros	
	mm ²	AWG	mm ²	AWG
Cobre duro	2.08	14	5.26	10
Cobre con alma de acero, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	2.08	14	3.31	12

810-53. Tamaño de los conductores de entrada. Los conductores de entrada para estaciones transmisoras deben tener, para distintas longitudes máximas de tramos, un tamaño 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 estar firmemente montados, dejando una distancia mínima de cuando menos 75 milímetros desde la superficie del edificio e ir montados sobre soportes aislantes no absorbentes, y equipados con aisladores que tengan una distancia de fuga y de distancia libre no menor que 75 milímetros. Los conductores de entrada fijados al edificio deben someterse también a estos requisitos.

Excepción: Cuando los conductores de entrada están encerrados 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, también se permite utilizarla 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 pasacable 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 un claro de cuando menos 50 milímetros; 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 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 los conductores de entrada estén protegidos por una armadura metálica continua que esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con 810-58, no se exigirá un dispositivo de descarga de la antena ni otro medio adecuado.

Excepción 2: Cuando la antena esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con 810-58, no se exigirá un dispositivo de descarga de la antena ni otro medio adecuado.

810-58. Conductores de unión o conductores de electrodo de puesta a tierra - Estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados y banda civil. Los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra deben cumplir con los incisos siguientes:

a) Otras secciones. Todos los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra de los equipos de transmisión y recepción de estaciones de radioaficionados y banda civil, deben cumplir con lo indicado en 810-21 (a) hasta (c).

b) Tamaño del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra para protección. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra para protección de estaciones transmisoras debe ser de un tamaño mínimo igual que el conductor de entrada de la antena, pero en ningún caso de tamaño menor que 5.26 mm² (10 AWG) de cobre, bronce o acero recubierto con cobre.

c) Tamaño del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra para funcionamiento. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra para el funcionamiento de estaciones transmisoras no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm² (14 AWG) de cobre o su equivalente.

Parte D. Instalaciones interiores - Estaciones transmisoras

810-70. Separación con otros conductores. Todos los conductores dentro del edificio deben instalarse cuando menos a 10 centímetros, 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 flexible.

810-71. Generalidades. Los transmisores deben cumplir con los incisos (a) hasta (c) siguientes:

a) Envolvente. El transmisor debe estar dentro de una envolvente 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 manijas metálicas y controles accesibles al personal encargado del funcionamiento deben estar conectadas al conductor de puesta a tierra de equipo si el transmisor es alimentado por el sistema de alambrado del inmueble o puestas a tierra con un conductor de acuerdo a 810-21.

c) Bloqueo de puertas. Todas las puertas de acceso deben estar provistas de bloqueos que desconecten todas las tensiones mayores a 350 volts entre conductores, cuando se abra cualquier puerta de acceso.

ARTÍCULO 820

SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

DE ANTENAS COMUNITARIAS DE RADIO Y TELEVISIÓN

NOTA: Para reflejar más exactamente la aplicación y función del conductor, el término general “conductor de puesta a tierra” como se ha aplicado previamente en este Artículo, se ha reemplazado por cualquiera de los siguientes términos, “conductor de unión” o “conductor del electrodo de puesta a tierra”, según sea aplicable.

Parte A. Generalidades

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 comunales de televisión (CATV).

NOTA: Ver 1.2.2(e) para instalaciones de antenas comunales de televisión y sistemas de distribución de señales de radio no cubiertas.

820-2. Definiciones. Véase el Artículo 100. Para los propósitos de este Artículo, se aplican además las definiciones siguientes.

Cable coaxial abandonado. Cable coaxial instalado que no termina en un equipo que no sea un conector coaxial, y no identificado para su uso futuro con una etiqueta.

NOTA: Véase en Artículo 100 la definición de equipo.

Expuesto (a contacto accidental). Un circuito 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.

Inmuebles. El terreno y las edificaciones de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto límite entre la red de 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 pesado o tubo conduit metálico semipesado conectados por un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con 820-100(b).

820-3. Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con (a) hasta (g).

a) Lugares (clasificados) peligrosos. Los equipos de antenas comunales instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con 500-5 y 505-5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Cableado en ductos para polvos, fibras sueltas o extracción de vapores. Deben aplicarse los requisitos de la sección 300-22(a).

c) Equipos situados en otros espacios utilizados para ventilación ambiental. Deben aplicarse los requisitos de la sección 300-22(c)(3).

d) Instalación y uso. Se debe aplicar 110-3(b).

e) Instalaciones de cables de fibra óptica, conductores y no conductores. Se aplican los requisitos del Artículo 770.

f) Circuitos de comunicaciones. Se aplican los requisitos del Artículo 800.

g) Sistemas de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la red de comunicaciones. Se aplican los requisitos del Artículo 830.

h) Sistemas de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la red del inmueble. Se aplican los requisitos del Artículo 840.

i) Métodos de alambrado alternos. Se permite reemplazar los métodos de alambrado del Artículo 830 por los del Artículo 820.

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 la red de comunicaciones.

820-15. 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 no sea mayor de 60 volts y donde la corriente de alimentación provenga de un transformador u otro dispositivo que tenga características de limitación de potencia.

La potencia se debe bloquear desde los dispositivos de la red en el inmueble, en que no están proyectados para ser alimentados a través de un cable coaxial.

820-21. Acceso a equipo eléctrico atrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no debe impedirse por una acumulación de cables y alambres que dificulten el retiro de paneles, incluyendo paneles colgantes en plafones.

820-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los sistemas de antenas comunales, de televisión y de distribución de señales de radio y deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables coaxiales instalados expuestos sobre la superficie del techo o de las paredes, se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(d) y 300-11. Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para fijar y sostener cables en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) deben estar aprobados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor de acuerdo con la sección 800-170(c).

820-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables coaxiales abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

820-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La instalación de canalizaciones para cables coaxiales y sistemas de antenas comunales de televisión en espacios huecos, fosos verticales o conductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación de resistencia nominal al fuego, abiertas para pasar canalizaciones de cables coaxiales y sistemas de antenas comunales de televisión, deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la resistencia nominal al fuego.

Parte B. Cables coaxiales en el exterior y entrando a edificios

820-44. Cables coaxiales aéreos. Los cables coaxiales aéreos, antes del punto de puesta a tierra como se define en 820-93, deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes (a) hasta (e):

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables coaxiales y conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables coaxiales deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables coaxiales no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables coaxiales debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas o cables de entrada coaxiales desde un poste u otro soporte, incluyendo el punto inicial de fijación al edificio o estructura, se deben mantener alejados de los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada de manera que se evite la posibilidad de un contacto accidental.

Excepción. Cuando no se pueda evitar la proximidad a los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada, la instalación debe tener un libramiento mínimo de 30 centímetros de cualquier conductor de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada. Los requisitos de libramiento aplican en todos los puntos a lo largo de la bajada de servicio y se debe aumentar a 1.00 metro en el poste.

b) Sobre azoteas. Los cables coaxiales deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si: 1) los conductores de acometida de los sistemas de comunicaciones pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y 2) terminan en un mástil tipo canalización u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

c) En mástiles. Se permite sostener los cables coaxiales aéreos en un mástil tipo canalización situado encima de la azotea, que no contenga, ni sostenga conductores de circuitos de alumbrado o fuerza.

d) Entre edificios. Los cables coaxiales que vayan de un edificio a otro, así como sus soportes y accesorios de fijación, deben ser adecuados para ese propósito y deben tener suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que puedan verse sometidos.

Excepción: Cuando un cable coaxial no tenga suficiente resistencia mecánica para ser autosoportado, debe estar soportado por un cable mensajero que, junto con sus herrajes o accesorios de fijación, sea adecuado para ese fin y tenga una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que pueda verse sometido.

e) Sobre los edificios. Cuando los cables coaxiales estén fijados a edificios, deben estar amarrados firmemente de manera que queden separados de otros conductores, como se indica a continuación en (1), (2) y (3):

1) Alumbrado o fuerza. El cable coaxial debe tener una separación de por lo menos 10 centímetros de los conductores de alumbrado o de fuerza, 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 cualquier otro sistema.

3) Conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Cuando sea posible, se debe mantener una separación no menor que 1.80 metros entre los cables coaxiales y los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

820-47. Cables coaxiales entrando a edificios. Los cables coaxiales entrando a edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Sistemas subterráneos con conductores de circuitos de iluminación eléctrica, de potencia, de Clase 1, de alarma de incendio de potencia no limitada. Los cables coaxiales subterráneos instalados en ductos, pedestales, registros, o pozos de visita conteniendo conductores de circuitos de iluminación eléctrica, de potencia, de Clase 1, de alarma de incendio de potencia no limitada, 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 separado por lo menos 30 centímetros de cualquier conductor de circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1.

Excepción 1: Cuando los conductores 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 tipos UF o USE; o los cables coaxiales tienen una armadura metálica o están instalados en una canalización.

820-48. Cables entrando a edificios. Se permitirá instalar cables coaxiales no aprobados en cualquier espacio del edificio que no sea pozo vertical, *plenums* para manejo de aire ambiental, ductos para manejo de aire ambiental y otros espacios para manejar aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde su punto de entrada, no supere los 15.00 metros y el cable entre en el edificio desde el exterior y termine en un bloque de puesta a tierra. Se permitirá que el punto de entrada se extienda desde la penetración de la pared externa o de la losa de suelo, encerrando continuamente los cables de entrada en un tubo conduit metálico pesado (RMC) o un tubo conduit metálico semipesado (IMC) hasta el punto de emergencia.

820-49. Puesta a tierra de tubos conduit metálicos pesados de entrada. Los tubos conduit metálicos pesados (RMC) o los tubos conduit metálicos semipesados (IMC) que contengan cables coaxiales de entrada deben estar conectados mediante un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra con un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 820-100(b).

Parte C. Protección

820-93. Puesta a tierra de la pantalla conductora exterior de un cable coaxial. Los cables coaxiales que entran a los edificios o se fijan a ellos deben cumplir con (a) o (b) siguientes. Cuando el blindaje conductor externo de un cable coaxial esté puesto a tierra, no se exigirá ningún otro dispositivo de protección. Para los propósitos de esta sección, se debe considerar que la puesta a tierra ubicada en el equipo de acometida de las casas móviles, situado dentro de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, o en el medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil de acuerdo con 250-32 y situado dentro de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, cumplen los requisitos de esta sección.

NOTA: Seleccionando la ubicación de la puesta a tierra para lograr la longitud mínima posible del conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los sistemas de antena comunal de televisión y otros sistemas metálicos.

a) Entrada a los edificios. En las instalaciones en las que el cable coaxial entra al edificio, el blindaje conductor externo debe estar puesto a tierra de acuerdo con 820-100. La puesta a tierra debe estar lo más cerca que sea posible al punto de entrada.

b) Terminación fuera del edificio. En las instalaciones en las que el cable coaxial termina fuera del edificio, el blindaje conductor externo debe estar puesto a tierra de acuerdo con 820-100. La puesta a tierra debe estar lo más cerca que sea posible al punto de fijación o de terminación.

c) Ubicación. Cuando se instala, el protector primario aprobado se debe aplicar en cada uno de los cables de antenas comunales de televisión y de distribución de señales de radio externos al inmueble. El protector primario debe ubicarse lo más cerca que sea factible al punto de entrada del cable en cualquier lado o ser integral con el bloque de puesta a tierra.

d) Lugares peligrosos (clasificados). Cuando se usa un protector primario o un equipo que brinde la función de protección primaria, éste no se debe ubicar en ningún lugar peligroso (clasificado), como se define en 500-5 y 505-5 ni en la cercanía de material fácilmente inflamable.

Excepción: Lo permitido en 501-150, 502-150 y 503-150.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

820-100. Conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra. La pantalla del cable coaxial debe estar unida o puesta a tierra como se especifica en los incisos (a) hasta (d) siguientes:

Excepción: En el caso de sistemas de comunicaciones que utilicen un cable coaxial completamente contenido en el edificio (es decir, que no salgan del edificio) o la zona exterior de protección definida por una esfera de radio de 46 m. Se permitirá conectar a tierra a un conductor de puesta a tierra del equipo como se describe en 250-118. Se permitirá la conexión a un conductor de puesta a tierra de equipo a través de un contacto puesto a tierra utilizando un conductor dedicado de puesta a tierra. No se permitirá el uso de un cordón y clavija para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipo.

a) Conductor de unión y conductor de electrodo de puesta a tierra.

1) Aislamiento. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe estar aprobado y se permitirá que sea aislado, cubierto o desnudo.

2) Material. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser cobre u otro material conductivo resistente a la corrosión, cableado o sólido.

3) Tamaño. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm² (14 AWG) y debe tener ampacidad no menor que la del conductor exterior del cable coaxial. No se requerirá que el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra sea de tamaño mayor que 13.3 mm² (6 AWG).

4) Longitud. El conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser tan corto como sea posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser tan corto como sea posible sin exceder 6.00 metros de longitud.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de alumbrado y fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible cumplir con la longitud máxima del conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra de 6.00 metros, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra separado, tal como se especifica en las secciones 250-52(a)(5), (a)(6) o (a)(7), el conductor de electrodo de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra separado de acuerdo con 250-70 y el electrodo de puesta a tierra separado se debe conectar al sistema del electrodo de puesta a tierra de la alimentación de acuerdo con 820-100(d).

5) Tendido en línea recta. El conductor de unión o el conductor de electrodo puesta a tierra deben instalarse, tanto como sea posible, en línea recta.

6) Protección mecánica. Cuando están expuestos a daño físico, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra deben protegerse adecuadamente. Cuando se instale un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización deben estar unidos al conductor de puesta a tierra que contiene o a la misma terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de unión o el conductor puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse de acuerdo a (1), (2) o (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con una terminal de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminal de unión intersistemas, como se requiere en 250-94, el conductor de unión debe estar conectado a la terminal de unión intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminal de unión intersistemas, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se deben conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes:

- (1) El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura conforme con lo establecido en 250-50;
- (2) El sistema interior de tuberías metálicas de agua, dentro de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, acorde a 250-52;
- (3) Los medios accesibles externos de la envolvente de acometida conforme con lo establecido en la excepción de 250-94(a);
- (4) La canalización metálica no flexible de acometida;
- (5) La envolvente de los equipos de acometida;
- (6) El conductor de electrodo de puesta a tierra o la envolvente metálica del conductor de electrodo de puesta a tierra de acometida, o
- (7) Al conductor de electrodo de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que está conectado a un electrodo, como se especifica en 250-32.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión de intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Dicho dispositivo se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa, aunque éstas no sean removibles.

Para los propósitos de esta sección, se deben considerar como accesibles el equipo de acometida de una casa móvil o el medio de desconexión de ésta, según se describe en 820-93.

3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentados no tiene una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra como se describe en el inciso (1) anterior, el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse a cualquiera de los siguientes:

- (1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(1) hasta (a)(4), o
- (2) Si el edificio o estructura alimentada no tienen una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(2) o (b)(3)(1), se debe conectar a cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en 250-52(a)(5), (a)(7) y (a)(8). Los tubos del vapor, tuberías de agua caliente o del sistema de protección contra rayos no se emplearán como electrodos de conexión a tierra para los conductores de unión o conductores de electrodos de puesta a tierra.

c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con 250-70.

d) Unión de los electrodos. Un puente de unión de tamaño no menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o equivalente, se debe conectar entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de antena de televisión comunal y el sistema de electrodos de puesta a tierra de la alimentación del edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos separados.

Excepción: En casas móviles conforme con lo establecido en 820-106.

NOTA 1: Para el uso de varillas pararrayos, véase 250-60.

NOTA 2: Si se unen todos los electrodos de puesta a tierra independientes, se limitan las diferencias de potencial entre los electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

e) Dispositivos de protección del blindaje. Se permitirá poner a tierra el blindaje de un cable coaxial de acometida por medio de un dispositivo protector que no interrumpa el sistema de puesta a tierra dentro del inmueble.

820-103. Puesta a tierra de equipos. El equipo desenergizado y envolventes de equipo energizados por el cable coaxial deben considerarse puestos a tierra cuando estén conectados a la pantalla metálica del cable.

820-106. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a no más de 9.00 metros desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, o puesta a tierra del apartarrayos, se debe conectar a un conductor de electrodo de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en 820-100(b)(3).

2) Cuando no haya un medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde con 250-32 a no más de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, se debe conectar a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en 820-100(b)(3).

b) Unión. La terminal de puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, la terminal de puesta a tierra del apartarrayos o el electrodo de puesta a tierra, deben conectarse a la estructura metálica o a la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor, de cobre de tamaño no menor que 3.31 mm² (12 AWG), bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando no haya 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.

Parte E. Métodos de instalación dentro de edificios

820-110. Canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para cables coaxiales.

a) Tipos de canalizaciones. Se permitirá que se instalen cables coaxiales en cualquier canalización que cumpla con (1) o (2) siguientes y en ensambles de enrutamiento de cables instalados de conformidad con lo descrito en la sección 820-110(c).

1) **Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3.** Se permitirá que se instalen cables coaxiales en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3. Las canalizaciones deben ser instaladas con los requisitos del Capítulo 3.

2) **Otras canalizaciones de comunicaciones.** Se permitirá que se instalen cables coaxiales en canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, canalizaciones para comunicaciones aprobadas en pozos verticales o canalizaciones para comunicaciones de uso general seleccionadas de acuerdo con la Tabla 800-154(b), aprobados de acuerdo con 800-182 e instaladas de acuerdo con las secciones 800-113 y 362-24 hasta 362-56, cuando apliquen los requisitos para tubo conduit no metálico ENT.

3) Interducto para los cables coaxiales. Se permitirá que las canalizaciones de comunicaciones de *plenum* enumeradas, las canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales y las canalizaciones de comunicación de uso general enumeradas de acuerdo con la Tabla 800-154(b) sean instaladas como ducto interno en cualquier tipo de canalización permitido en el Capítulo 3.

b) Tablas de ocupación cables coaxiales. Las tablas de ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10 no aplican para cables coaxiales.

c) Ensamblés de enrutamiento de cables. Debe permitirse que los cables coaxiales sean instalados en ensamblés de enrutamiento de cables para *plenums*, ensamblés de enrutamiento de cables para tramos verticales y ensamblés de enrutamiento de cables para fines generales, seleccionados de acuerdo con la Tabla 800-154(c), aprobados de acuerdo con la sección 800-182 e instalados de acuerdo con la sección 800-110(c) y la sección 800-113.

820-113. Instalación de cables coaxiales. La instalación de cables coaxiales debe cumplir con (a) hasta (k) siguientes. La instalación de canalizaciones y los ensamblés de enrutamiento de cables también deben cumplir con 820-110.

a) Aprobación. Los cables coaxiales instalados en edificios deben ser aprobados.

Excepción: No se requiere que sean aprobados los cables coaxiales que cumplan con 800-48.

b) Ductos específicamente fabricados para uso en aire ambiental. Se permitirán los siguientes cables dentro de ductos específicamente fabricados para uso en aire ambiental como se describe en 300-22(b) si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

- (1) Hasta 1.25 metros de cable tipo CATVP.
- (2) Cable tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(b).

c) Otros espacios usados para aire ambiental (*Plenums*). Se permitirán los siguientes cables en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

- (1) Cable tipo CATVP.
- (2) Cable tipo CATVP en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*.
- (3) Cable tipo CATVP soportados por charolas metálicas abiertas o en sistemas de charolas portacables.
- (4) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(c).
- (5) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).
- (6) Cables de los tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX, soportados por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*), según se describe en la sección 300.22(c).
- (7) Cables de los tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX, instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*, canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales o canalizaciones de comunicaciones para fines generales, sostenidos por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (cámaras de distribución de aire de aire), según se describe en la sección 300.22(c).

d) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en trayectorias verticales. En trayectorias verticales que crucen uno o más pisos y en trayectorias verticales en un pozo, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo CATVP y CATVR.
- (2) Cables tipo CATVP y CATVR instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblés de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

e) Pozos verticales-Cables e interductos en canalizaciones de metal. En canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables e interductos:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX.
- (2) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

f) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en pozos verticales a prueba de fuego. En pozos verticales que tengan cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX.
- (2) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

g) Pozos verticales-Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirán los siguientes cables en unidades de vivienda de una familia y bifamiliar:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.
- (2) Cable tipo CATVX de menos de 10 milímetros de diámetro.
- (3) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

h) Charolas portacables. Se permitirá que charolas portacables soporten los siguientes cables:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.
- (2) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

i) Bastidores de distribución y marcos de conexiones. Se permitirán los siguientes cables en bastidores de distribución y marcos de conexiones:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX.
- (2) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

- e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
- f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

j) Otros lugares del edificio. Se permitirá que se instalen en otros lugares del edificio diferente a los cubiertos en los incisos (b) hasta (i) anteriores, los siguientes cables y ensambles de cable ruteador:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.
- (2) Un máximo de 3.00 metros de cable tipo CATVX expuesto en espacios no ocultos.
- (3) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.
- (4) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.

k) Unidades de vivienda de una y dos familias y multifamiliares. Se permitirá que se instalen en unidades de vivienda multifamiliares en ubicaciones diferentes a las cubiertas en los incisos (b) hasta (i) anteriores, los siguientes cables y ensambles de cable ruteador:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.
- (2) Cable tipo CATVX de menos de 10 milímetros de diámetro.
- (3) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.
- (4) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.

820-133. Instalación de cables coaxiales y equipos. Después del punto de puesta a tierra, como se define en 820-93, la instalación del cable coaxial debe cumplir con las secciones (a) y (b) siguientes.

a) Separación con otros conductores.

1) En canalizaciones, ensambles de enrutamiento de cables, charolas portacables, cajas, y envolventes.

- a. *Otros circuitos.* Se permitirán cables coaxiales en la misma canalización, charola portacables o envolvente o ensamble de cables ruteadores con cables blindados donde vayan cualquiera de los siguientes cables:
 - (1) Circuitos remotos, de señalización y de potencia ilimitados de Clase 2 y Clase 3 de conformidad con el Artículo 645 o las Partes A y C del Artículo 725
 - (2) Sistemas de alarma de incendios con limitaciones de potencia de acuerdo con las Partes A y C del Artículo 760
 - (3) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 770.
 - (4) Circuitos de comunicaciones de acuerdo con las partes A y D del Artículo 800.
 - (5) Circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja potencia alimentados por la red de acuerdo con las partes A y D del Artículo 830.

- b. *Luz Eléctrica, Energía, Clase 1, Alarma de Incendios sin Potencia Limitada, y Circuitos de Comunicaciones de Banda Ancha de Potencia Media de Red.* Los cables coaxiales no se deben instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o de empalme o accesorios similares, con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Se permitirá que el cable coaxial se coloque en cualquier conducto, compartimiento, caja de salida, caja de conexiones u otros recintos con conductores de luz eléctrica, energía, Clase 1, alarma de incendio sin potencia limitada o banda ancha de potencia media circuitos de comunicaciones Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los cables coaxiales por una barrera permanente o un divisor aprobado.

Excepción 2: Se permitirá que el cable coaxial se coloque en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos cuando estos conductores son introducidos únicamente para alimentar el equipo de distribución del sistema de cables coaxiales. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben instalar dentro del envoltente manteniendo una separación mínima de 6 milímetros con los cables coaxiales.

2) Otras aplicaciones. Los cables coaxiales deben estar separados 5 centímetros como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, cables tipo AC o UF, o (2) todos los cables coaxiales están alojados en una canalización.

Excepción 2: Cuando los cables coaxiales estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento del cable.

b) Soportes de los cables coaxiales. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables coaxiales no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los claros aéreos de cables coaxiales estén sujetos al exterior de un mástil, tipo canalización, previsto para la sujeción y soporte de estos cables.

820-154. Aplicaciones de cables para antenas de televisión comunales aprobadas. Las aplicaciones permitidas y no permitidas de cables coaxiales aprobados deben ser las indicadas en la Tabla 820-154(a). Las aplicaciones permitidas estarán sujetas a los requisitos de instalación de 820-110 y 820-113. Se permite la sustitución de cables coaxiales enlistados en la Tabla 820-154(b) e ilustrados en la Figura 820-154.

NOTA: Los cables sustitutos en la Tabla 820-154(b) y en la Figura 820-154 son solamente cables tipo coaxial.

Tabla 820-154(b).- Uso y sustituciones permitidas de cable coaxial

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
CATVP	CMP, BLP
CATVR	CATVP, CMP, CMP, BMR, BLP, BLR
CATV	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CMG, CM, BMR, BM, BLP, BLR, BL
CATVX	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CATV, CMG, CM, BMR, BM, BLP, BLR, BL, BLX



Figura 820-154.- Jerarquía de sustitución de cables

F. Requisitos de aprobación.

820-179. Cables coaxiales. Los cables coaxiales en un edificio deben estar aprobados como adecuados para este uso de acuerdo con los incisos (a) hasta (d) siguientes y deben identificarse conforme con lo indicado en Tabla 820-179. La tensión nominal del cable no debe marcarse en el cable. Los cables coaxiales tendrán una clasificación de temperatura de no menos de 60 ° C. La clasificación de la temperatura se marcará en la cubierta de los cables coaxiales que tengan una clasificación de temperatura superior a 60 ° C.

NOTA: Las marcas de la tensión en el cable pueden interpretarse erróneamente, sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en circuitos Clase 1, de fuerza o de alumbrado.

Excepción: Se permitirá que la tensión esté marcada en el cable cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se exija en una o más.

Tabla 820-179.- Marcado en cables coaxiales

Marcado del cable	Tipo
CATVP	Cable CATV para plenums
CATVR	Cable CATV para pozos verticales
CATV	Cable CATV
CATVX	Cable CATV de uso limitado

Los tipos de cable están aprobados en orden descendente en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

a) Tipo CATVP. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATVP para plenums debe estar aprobado como adecuado para usarse en plenums, ductos y otros espacios usados para aire ambiental, y también estar aprobados con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos.

b) Tipo CATVR. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATVR para pozo vertical debe estar aprobado para uso en tendidos verticales o de piso a piso y también aprobado con características de resistencia al fuego capaz de evitar la propagación del fuego de piso a piso.

Tabla 820-154(a).- Aplicaciones de cables coaxiales aprobados para su uso en edificios

	Tipos de cable
--	----------------

Aplicaciones		CATVP	CATVR	CATV	CATVX
En ductos fabricados específicamente para aire ambiental como se describe en 300-22(b)	En ductos fabricados como se describe en 300-22(b)	Y*	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*
En otros espacios usados para aire ambiental (<i>plenums</i>) como se describe en 300-22(c)	En otros espacios usados para aire ambiental (<i>Plenums</i>) como se describe en 300-22(c)	Y*	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(c)	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones en <i>plenums</i>	Y*	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	Y*	N	N	N
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N	N
	Soportados por charolas con la base de metal sólida y cubiertas de metal sólidas	Y*	Y*	Y*	Y*
En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*	Y*
	En espacios a prueba de fuego	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones en <i>plenums</i>	Y*	Y*	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	Y*	Y*	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones en tramos verticales	Y*	Y*	N	N
	En ensambles de cable para ruteadores en tramos verticales	Y*	Y*	N	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	Y*	Y*	Y*	Y*
Espacios dentro de edificios que no sean para manejo de aire y pozos verticales	General	Y*	Y*	Y*	Y*
	En unidades de vivienda de una y dos familias	Y*	Y*	Y*	Y*
	En unidades de vivienda multifamiliar	Y*	Y*	Y*	Y*
	En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*	Y*
	Soportados por charolas portacables	Y*	Y*	Y*	N
	En bastidores de distribución y marcos de conexiones	Y*	Y*	Y*	N
	En alguna canalización reconocida en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones para comunicaciones en <i>plenums</i>	Y*	Y*	Y*	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	Y*	Y*	Y*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	Y*	Y*	Y*	N
	En canalizaciones para comunicaciones de propósito general	Y*	Y*	Y*	N

En ensambles de enrutamiento de cables en pozos verticales	Y*	Y*	Y*	N
En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	Y*	Y*	Y*	N

Una "N" en la tabla indica que el tipo de cable no se permite sea instalado en la aplicación.

Una "Y*" indica que el cable se permite sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 820-113.

La Parte E del Artículo 820 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla contiene las aplicaciones aprobadas para los cables coaxiales para su uso en edificios. La definición del punto de entrada se encuentra en el Artículo 820-2.

Para más información sobre las restricciones de la instalación de cables de comunicación en ductos específicamente fabricados para aire ambiental ver 820-113(b).

c) Tipo CATV. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATV debe estar aprobado para usos generales de antena comunal de televisión, excepto en *plenums* y ductos verticales y también aprobado como resistente a la propagación del fuego.

d) Tipo CATVX. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATVX de uso limitado, debe estar aprobado como adecuado para uso en viviendas y en canalizaciones, y también aprobado como resistente a la propagación de la flama.

820-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los miembros metálicos no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

ARTÍCULO 830 SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA ALIMENTADOS POR UNA RED Parte A. Generalidades

NOTA: Para reflejar más exactamente la aplicación y función del conductor, el término general "conductor de puesta a tierra" como se ha aplicado previamente en este Artículo, se ha reemplazado por cualquiera de los siguientes términos, "conductor de unión" o "conductor del electrodo de puesta a tierra", según sea aplicable.

Ver Nota de la Figura 800(a) y Nota de la Figura 800(b) sobre la aplicación ilustrativa de un conductor de unión o de un conductor de electrodo de puesta a tierra.

830-1. Alcance. Este Artículo cubre los sistemas de comunicación 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: 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 en señales para los 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 un elemento coaxial para la señal de banda ancha y un par trenzado para alimentación, y un cable compuesto de fibra óptica con un par de conductores para alimentación. Los sistemas más grandes también pueden incluir componentes de red tales como amplificadores que necesiten fuerza de la red.

830-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo se aplican las definiciones adicionales siguientes. Véase la Parte A del Artículo 100.

Cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por la red abandonado. Cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por la red que no llega a terminales en ambos extremos, a un conector u otro equipo y no está marcado con una etiqueta para uso futuro.

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 e incluyendo la Unidad de Interfaz de Red.

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.

Cuadra. Manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones encerrados, pero no las calles.

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 o circuito abierto en los cables

de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, 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 descarga eléctrica.

Expuesto (a contacto accidental): Circuito que está en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

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 pesado o semipesado, conectado por un conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 830-100 (b).

Unidad de interfaz de red. Dispositivo que convierte una señal de banda ancha en las señales componentes de voz, audio, video, datos y servicios interactivos. La interfaz de red brinda aislamiento entre la alimentación de la red y los circuitos de señales de los inmuebles. La interfaz de red también puede contener protectores primarios y secundarios.

830-3. Otros artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir lo establecido de (a) hasta (g) siguientes:

a) Lugares (clasificados) peligrosos. Los equipos de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la red, instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con 500-5 y 505-5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Cableado en ductos para polvos, fibras sueltas o extracción de vapores. Deben aplicarse los requisitos de la sección 300-22(a).

c) Equipos en otros espacios para manejar aire ambiental. Se debe aplicar 300-22(c)(3).

d) Instalación y uso. Aplican los requisitos de 110-3(b).

e) 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 antenas comunales de televisión y de circuitos de distribución de radio: Artículo 820

Excepción: cuando se suministre protección en la salida de una unidad de interfaz de red se debe aplicar lo dispuesto en 830-90(b)(3).

(3) Instalaciones de cables de fibra óptica, Artículo 770.

(4) Instalaciones de circuitos Clase 2 y Clase 3, Parte C del Artículo 725.

(5) Instalaciones de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Artículo 760.

f) Protección contra daño físico. Aplican los requisitos de 300-4.

830-15. 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 requiere en (1) o (2) siguiente:

(1) Las fuentes se deben clasificar tal como se definen en la Tabla 830-15.

(2) Las fuentes de alimentación de corriente continua que excedan 150 volts a tierra, pero no más de 200 volts a tierra, y con la corriente a tierra limitada a 10 miliamperes de corriente continua, que cumplan con las limitaciones de corriente y potencia para las fuentes de potencia media que se indican en la Tabla 830-15, se deben clasificar como fuentes de potencia media.

830-21. Acceso a equipo eléctrico atrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no debe impedirse por una acumulación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por la red que dificulten el retiro de paneles, incluyendo paneles colgantes en plafones.

830-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos y circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables instalados expuestos sobre la superficie del techo o de las paredes, se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(a), (d), (e), (f) y 300-11. Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para fijar y sostener cables en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) deben estar aprobados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor.

830-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

830-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La instalación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red en espacios huecos, fosos verticales o conductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas de paredes,

divisiones, pisos o plafones con clasificación de resistencia nominal al fuego, abiertas para pasar cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red, deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la resistencia nominal al fuego.

TABLA 830-15.- Limitaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red

Fuente de alimentación de la red	Bajo	Medio
Tensión máxima del circuito, (volts)*	0-100	0-150
Limitación de potencia, VAmáx. (voltamperes)*	250	250
Limitaciones de corriente, Imáx. (amperes)*	1000/Vmáx	1000/Vmáx
Potencia máxima (voltamperes)*	100	100
Tensión máxima (volts)*	100	150
Protección máxima contra sobre corriente (A)**	100/Vmáx	N/A

* La tensión del circuito, Vmáx, la limitación de corriente Imáx, y la capacidad nominal de potencia máxima VAmáx se determinan con la impedancia para limitar de corriente en el circuito (no derivada), como sigue:

Vmáx-Tensión máxima del sistema, independientemente de la carga.

I máx-Corriente máxima del sistema bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

Los límites de I máx se aplican después de 1 minuto de operación.

VAmáx-Salida máxima de potencia en voltamperes después de 1 minuto de operación, independientemente de la carga y la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

** 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 quitar la alimentación o la carga.

Parte B. Cables en el exterior y que entran a los edificios

830-40. Cables de entrada. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, instalados en el exterior y que entran a los edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes.

a) Circuitos de potencia media. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de comunicaciones de banda ancha de potencia media alimentados por una red, tipos BMU, BM o BMR.

b) Circuitos de potencia baja. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de comunicaciones de banda ancha de baja potencia energizados por una red, tipos BLU o BLX. Se permitirá sustituir los cables de la forma mostrada en la Tabla 830-154(b).

830-44. Cables coaxiales aéreos. Los cables aéreos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, antes del punto de puesta a tierra como se define en 820-93, deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes (a) hasta (g):

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas o cables de entrada de comunicaciones de banda ancha energizados por una red desde un poste u otro soporte, incluyendo el punto inicial de fijación al edificio o

estructura, se deben mantener alejados de los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada de manera que se evite la posibilidad de un contacto accidental.

Excepción. Cuando no se pueda evitar la proximidad a los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada, la instalación debe tener un libramiento mínimo de 30 centímetros de cualquier conductor de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada. Los requisitos de libramiento aplican en todos los puntos a lo largo de la bajada de servicio y se debe aumentar a 1.00 metro en el poste.

b) Sobre los techos. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: No se requerirá que los cables de comunicaciones de banda ancha de red tengan una separación vertical de 2,5 m sobre edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si:

- 1) los conductores de acometida de los sistemas de comunicaciones pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y
- 2) terminan en un mástil tipo canalización u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

c) Libramiento al suelo. Los claros interpostales aéreos de los cables de comunicación de banda ancha energizados por una red deben cumplir mínimo con lo siguiente:

- (1) 2.90 metros sobre el suelo terminado, aceras o desde cualquier plataforma o proyección desde la cual se puedan alcanzar y sean accesibles solamente a los peatones.
- (2) 3.50 metros sobre propiedades residenciales y caminos de accesos vehiculares, y las áreas comerciales no sometidas a tráfico de camiones.
- (3) 4.70 metros sobre vías públicas, callejones, caminos, áreas de estacionamiento sujetas a tráfico de camiones, caminos de accesos vehiculares en propiedades no residenciales, y otros terrenos por donde circulan vehículos, por ejemplo, tierras cultivadas, zonas de pastoreo, bosques y huertos.

d) Sobre piscinas. La distancia de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, en cualquier dirección desde el nivel del agua, el borde de la piscina, la base de la plataforma de salto o balsa anclada debe cumplir con las distancias de 680-9.

e) Claros interpostales finales. Se permitirá sujetar los claros interpostales finales de los cables sin cubierta externa de comunicaciones de banda ancha energizados por una red al edificio, pero se deben mantener a no menos de 90 centímetros de las ventanas que se abren, puertas, porches, balcones, escaleras, salidas de emergencia o lugares similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan sobre la parte superior de una ventana estén a menos de los 90 centímetros exigidos.

No se deben instalar cables aéreos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, debajo de aberturas a través de las cuales se puedan mover materiales, tales como las aberturas en edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a estas aberturas.

f) Entre edificios. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, que se tienden entre edificios o estructuras y también los soportes o accesorios de sujeción deben ser aceptables

para aplicaciones aéreas exteriores y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos.

Excepción: Cuando un cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red no tenga la resistencia mecánica suficiente para ser auto soportado, 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 puedan estar sometidos.

g) Sobre 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 en (1) a (4) siguientes:

1) Alumbrado o fuerza. El cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red debe tener una separación mínima de 10 centímetros de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, 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 por separados de los sistemas. 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 pararrayos. Cuando sea factible, se debe mantener una separación de al menos 1.80 metros entre cualquier cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y los conductores del sistema de pararrayos.

4) Protección contra daños. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, sujetos a los edificios o estructuras y localizados a una distancia no mayor que 2.50 metros del suelo terminado, se deben proteger mediante envolventes, canalizaciones u otros medios aprobados.

830-47. Cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que entran a los edificios. Cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que entran a los edificios deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Sistemas subterráneos con conductores de alumbrado y fuerza, Clase 1, o conductores de circuito de alarma contra fuego de potencia no limitada. Los cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que van en un ducto, pedestal, registro o pozo de visitas que tiene conductores de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada o circuitos Clase 1, deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por una barrera adecuada.

b) Cables y canalizaciones directamente enterrados. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red directamente enterrados deben estar separados al menos 30 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada o circuitos Clase 1.

Excepción 1: No se requerirá separación cuando los conductores de acometida eléctrica o cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red estén instalados en canalizaciones o tengan cubierta metálica en el cable.

Excepción 2: No se requerirá separación cuando los conductores de alimentadores o circuitos derivados de alumbrado o de fuerza, o los conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, o conductores de un circuito Clase 1 están instalados en una canalización o en cables con cubierta metálica, 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 830-47(c). Además, los cables directamente enterrados que salgan al exterior se deben proteger mediante envolventes, canalizaciones, u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-47(c), bajo el suelo hasta un punto ubicado al menos de 2.50 metros sobre el suelo terminado. En ningún caso se requiere que la protección exceda de 45 centímetros por debajo del suelo terminado. Los cables Tipo BMU y BLU, directamente enterrados y que salgan al exterior, deben estar instalados en tubo conduit metálico tipo pesado (RMC) y semipesado (IMC), tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC) u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-47(c), 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. Los cables ubicados bajo la piscina o dentro de un área que se extiende 1.50 metros horizontalmente desde la pared interior de la piscina deben cumplir con las distancias y los requisitos que se especifican en 680-10.

830-49. Puesta a tierra de conductos de entrada metálicos. Los tubos conduit metálicos rígidos (RMC) o los tubos conduit metálicos intermedios (IMC) que contengan cables de entrada de comunicación de banda ancha alimentados por una red deben estar conectados mediante un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra con un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 830-100(b).

Tabla 830-47(c).- Requisitos de profundidad mínima de los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, (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 del piso terminado, concreto o recubrimiento similar)

Ubicación del circuito o método de alambrado	Conductores directamente enterrados	Tubo conduit metálico tipo pesado o tipo semipesado	Canalizaciones no metálicas aprobadas directamente enterradas; sin concreto embebido u otra canalización aprobada
	cm	cm	cm
Centímetros			
Todos los lugares no especificados abajo	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

1. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento solamente embebidas en concreto requieren una envoltura de concreto de espesor no menor a 5 centímetros.
2. Se permite profundidades menores donde los cables suben hasta las terminaciones o empalmes, o cuando de otra manera se exige el acceso a ellos.
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 centímetros 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 antenas comunales de televisión y para sistemas de distribución de radio, 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 centímetros.

Parte C. Protección

830-90. 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 donde está el edificio servido, que está expuesto a descargas atmosféricas o contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza que operan a más de 300 volts a tierra.

Excepción: Cuando se suministra protección eléctrica en el(los) circuito(s) derivado(s) (del lado de la salida de la unidad de interfaz de red), de acuerdo con la parte (b)(3) de esta sección.

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, la instalación 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 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) Áreas con un promedio de 5 o menos días de tormenta por año, y una resistividad de la tierra menor que 100 ohm-metro.

1) Protectores primarios sin fusibles. Se permiten protectores primarios sin fusible en donde las corrientes de falla en todos los conductores protegidos en el cable están limitadas con seguridad a un valor no mayor a la capacidad de corriente del protector primario y de la ampacidad del conductor de puesta a tierra del protector primario.

2) Protectores primarios con fusible. Cuando no se cumplen los requisitos enumerados en (1) anterior, se deben usar protectores primarios con fusible. Estos protectores deben consistir en un apartarrayos conectado entre cada conductor que se va a proteger y tierra, un fusible en serie con cada conductor que se va a proteger y un arreglo apropiado de montaje. Las terminales de los protectores primarios con fusible deben estar marcadas 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 aprobado en cada cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, externo a y en el lado red de la unidad de interfaz de red.
- (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 aprobada 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) instalar en el (los) circuito(s) derivado(s) (lado de salida de la unidad de interfaz de red), y la combinación de la unidad de interfaz de red, y el (los) protector(es) debe(n) estar aprobado(s) para aplicación en sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red.

Un protector primario, ya sea integral o externo a la unidad de interfaz de red, debe estar localizado lo más cerca posible del punto de entrada.

Para los propósitos de esta sección, una unidad de interfaz de red y cualquier protector primario suministrado externamente, ubicado en el equipo de acometida de las casas móviles, a la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.00 metros de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesto a tierra de acuerdo con 250-32 y ubicado a la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.00 metros 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 lograr que el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra del protector primario sea lo más corto posible, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones y otros sistemas metálicos.

c) Áreas peligrosas (clasificadas). El protector primario o el equipo que hace la función de protección primaria no se debe ubicar en ningún área peligrosa (clasificada), como se define en los Artículos 500-5 o 505-5 o en la proximidad de material fácilmente inflamable.

Excepción: Lo permitido en las secciones 501-150, 502-150 y 503-150.

830-93. Puesta a tierra o interrupción de partes metálicas de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Los cables de comunicaciones energizados por una red que entran a los edificios o se fijan en ellos, deben cumplir con las partes (a) o (b) siguientes.

Para los propósitos de esta sección, la puesta a tierra, instalada en el equipo de acometida de las casas móviles, instalada a no más de 9.00 metros de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesta a tierra de acuerdo con 250-32 y ubicado a no más de 9.00 metros de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta sección.

NOTA: La selección de un lugar de puesta a tierra para lograr el conductor de unión o el conductor de electrodo 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.

a) Entrando a los edificios. En las instalaciones donde los cables de comunicaciones alimentados por una red entran a los edificios, el blindaje debe estar puesto a tierra tal como se especifica en 830-100, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo con 830-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

b) Terminación en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de comunicaciones alimentado por una red termina en el exterior del edificio, el blindaje debe estar puesto a tierra tal como se especifica en 830-100, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo con 830-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible del punto de fijación de la unidad de interfaz de red.

NOTA: Véase en 830-2 la definición de punto de entrada.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

830-100. Unión y puesta a tierra de cables, unidades de interfaz de red y protectores primarios. Las unidades de interfaz de red que contienen protectores, las unidades de interfaz de red con envolventes metálicas, los protectores primarios y las partes metálicas del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, que deben estar unidos o puestos a tierra, se deben conectar como se especifica de (a) hasta (d) siguientes.

a) Conductor de unión o conductor de electrodo de puesta a tierra

1) Aislamiento. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados y se permite que sean aislados, forrados o desnudos.

2) Material. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, cableado o sólido.

3) Tamaño. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm² (14 AWG) y debe tener una ampacidad 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 unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra sea mayor que 13.3 mm² (6 AWG)

4) Longitud. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser lo más corto posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser tan corto como sea posible sin exceder 6.00 metros de longitud.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de alumbrado y fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible cumplir con la longitud máxima del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra de 6.00 metros, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra de comunicaciones por separado, cumpliendo los criterios de dimensiones de (b)(3)(2) que sigue y el conductor de electrodo de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra de comunicaciones de acuerdo con el inciso (c) siguiente. El electrodo de puesta a tierra de comunicaciones se debe unir al sistema del electrodo de puesta a tierra de la alimentación de acuerdo con el inciso (d) más adelante.

5) Tendido en línea recta. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se debe tender hasta el electrodo de puesta a tierra siguiendo una línea lo más recta posible.

6) Protección física. Cuando están expuestos a daño físico, los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra deben protegerse adecuadamente. Cuando el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se instala en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización se deben unir al conductor de puesta a tierra que va en la canalización o a la misma terminal o electrodo, al cual está conectado el conductor de unión o el conductor de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse de acuerdo a (1), (2) y (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con una terminal de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminal de unión intersistemas, como se requiere en 250-94, el conductor de unión debe estar conectado a la terminal de unión intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminal de unión intersistemas, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se deben conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes:

- (1) El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura conforme con lo establecido en 250-50;
- (2) El sistema interior de tuberías metálicas de agua, dentro de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, acorde a 250-52;
- (3) Los medios accesibles externos de la envolvente de acometida conforme con lo establecido en la excepción de 250-94;
- (4) La canalización metálica no flexible de acometida;
- (5) La envolvente de los equipos de acometida;
- (6) El conductor de electrodo de puesta a tierra o la envolvente metálica del conductor de electrodo de puesta a tierra de acometida, o
- (7) Al conductor de electrodo de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que está conectado a un electrodo, como se especifica en 250-32.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión de intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Dicho dispositivo se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa, aunque éstas no sean removibles.

Para los propósitos de esta sección, se deben considerar como accesibles el equipo de acometida de una casa móvil o el medio de desconexión de ésta, según se describe en 830-93.

3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentados no tiene una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra como se describe en el inciso (1) anterior, el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse a cualquiera de los siguientes:

- (1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(1) hasta (a)(4), o
- (2) Si el edificio o estructura alimentada no tienen una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(2) o (b)(3)(a), se debe conectar a cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en 250-52(a)(7) y (a)(8) o a un tubo o barra de puesta a tierra cuya longitud no sea menor a 1.50 metros y 12.7 milímetros de diámetro, enterrado, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente húmeda y separado de los conductores de pararrayos según se indica en 800-53 y cuando menos a 1.80 metros de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor, ni los conductores de pararrayos se deben utilizar como electrodos de puesta a tierra para los protectores, para las unidades de interfaz de red con protección integral, las partes metálicas puestas a tierra, las unidades de interfaz de red con envolventes metálicos y otros equipos.

c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en 250-70.

d) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de tamaño no menor que 13.3 mm² (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 830-106.

NOTA 1: Sobre el sistema de electrodos de puesta a tierra de pararrayos, véase 250-60.

NOTA 2: La unión de todos los electrodos independientes, limita las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

830-106. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) o (2) siguientes.

- (1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, la unidad de interfaz de red y la puesta a tierra del protector primario deben estar conectadas a un conductor de electrodo de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra, según se establece en 830-100(b)(3).
- (2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con 250-32, situado al alcance la vista desde y a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, la unidad de interfaz de red y la puesta a tierra del protector primario deben estar conectadas a un electrodo de puesta a tierra, según 830-100(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 todas con un conductor de cobre de unión de tamaño no menor a 3.31 mm² (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 al chasis de metal o terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, con un conductor de cobre de unión de tamaño no menor a 3.31 mm² (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) anterior; o
- (2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón con clavija.

Parte E. Métodos de instalación dentro de edificios

830-110. Canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red.

a) Tipos de canalizaciones. Debe permitirse que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia sean instalados en cualquier canalización que cumpla con lo establecido en las secciones 830-110(a)(1) o (a)(2) y en ensambles de enrutamiento de cables instalados de conformidad con lo descrito en la sección 830-110(c). Debe permitirse que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media sean instalados en cualquier canalización que cumpla con lo establecido en la sección 830-110(a)(1).

(1) Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3. Se permitirá que los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia sean instalados en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3. Esas canalizaciones deberán instalarse de acuerdo con los requisitos del Capítulo 3.

(2) Canalizaciones de comunicaciones. Debe permitirse que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia sean instalados en canalizaciones de comunicaciones para cámaras de distribución de aire, canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales y canalizaciones de comunicaciones para fines generales, seleccionadas de acuerdo con lo establecido en la Tabla 800-154(b), y de acuerdo con la sección 800-182 e instaladas de acuerdo con lo establecido en las secciones 800-113 y 362-24 hasta 362-56, donde se acaten los requisitos aplicables a tubos conduit no metálicas eléctricas (ENT).

(3) Interducto para cables de comunicaciones de banda ancha de baja potencia y de banda ancha. Se permitirá que las canalizaciones de comunicaciones de *plenum*, las canalizaciones de comunicaciones en pozos verticales y las canalizaciones de comunicaciones de uso general enumeradas de acuerdo con la Tabla 800-154 (b) sean instaladas como canalizaciones interiores en cualquier tipo de canalización permitido en el Capítulo 3.

b) Ocupación de canalizaciones por cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. La ocupación de canalizaciones por cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con (1) o (2) siguientes:

1) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia. Los requisitos para la ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10 no aplican para cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia.

2) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Aplican los requisitos para la ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10, cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media se instalan en canalizaciones.

c) Ensamblados de enrutamiento de cables. Debe permitirse que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red sean instalados en ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales y ensambles de enrutamiento de cables para fines generales, seleccionados de acuerdo con la Tabla 800-154(c), aprobados de acuerdo con 800-182 e instalados de acuerdo con 800-110(c) y 800-113.

830-113. Instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. La instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con (a) hasta (i) siguientes. La instalación de las canalizaciones y de los ensambles de enrutamiento de cables debe cumplir con el Artículo 800-110.

a) Aprobación. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red instalada en edificios deben ser aprobados.

b) Ductos específicamente fabricados para uso en aire ambiental. Se permitirán los siguientes cables dentro de ductos específicamente fabricados usados para aire ambiental como se describe en 300-22(b) si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

- (1) Hasta 1.25 metros de cable tipo BLP.
- (2) Cable tipos BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(b).

c) Otros espacios usados para aire ambiental (*Plenums*). Se permitirán los siguientes cables en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

- (1) Cable tipo BLP.
- (2) Cables tipo BLP instalados en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*.
- (3) Cables tipo BLP instalados en ensambles de enrutamiento de cables en *plenums*.
- (4) Cable tipo BLP soportados por charolas metálicas abiertas o en sistemas de charolas portacables.
- (5) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(c).
- (6) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).
- (7) Cables de los tipos BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX, instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*, canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales y canalizaciones de comunicaciones para fines generales, sostenidos por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) según se describe en la sección 300-22(c).

d) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en trayectorias verticales. En trayectorias verticales que crucen uno o más pisos y en trayectorias verticales en un pozo, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo BLP, BMR y BLR.
- (2) Cables tipo BLP Y BLR instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 830-26.

e) Pozos verticales-Cables e interductos en canalizaciones de metal. En canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX.
- (2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums* (interductos).
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales (interductos).
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general (interductos).

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 830-26.

f) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en pozos verticales a prueba de fuego. En pozos verticales que tengan cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX.
- (2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - e. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 830-26.

g) Pozos verticales-Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirán los siguientes cables en unidades de vivienda de una familia y bifamiliar:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM y BL, y cables tipo BLX de menos de 10 milímetros de diámetro.
- (2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 830-26.

h) Bandejas de cables. Se permitirá que los siguientes cables estén soportados por bandejas de cables:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM y BL
- (2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en lo siguiente:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones *plenums*
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general

i) Otros lugares del edificio. Se permitirá que se instalen los siguientes cables en otros lugares del edificio diferente a los cubiertos en los incisos (b) hasta (h) anteriores:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM y BL.

- (2) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX instalados en una canalización mencionada en el Capítulo 3.
- (3) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.
- (4) Cables tipo BLX de menos de 10 milímetros de diámetro instalados en unidades de vivienda de una o dos familias.
- (5) Cables tipo BMU y BLU entrando al edificio desde el exterior esté tendido en conduit metálico pesado (RMC) o conduit metálico semipesado (IMC), y tales conduit deben estar conectados con un conductor de puesta a tierra a un electrodo de acuerdo con 830-100(b).

NOTA: Esta disposición limita la longitud del cable tipo BLX a 15.00 metros, mientras que en 830-90(b) se exige que el protector primario o la unidad de interfaz de red con protección integral, estén localizados lo más cerca posible al punto por donde el cable entra al edificio. Por tanto, en las instalaciones que requieren un protector primario o una unidad de interfaz de red con protección integral, no se permite que el cable del tipo BLX se extienda más de 15.00 metros dentro del edificio, si es práctico ubicar el protector primario más cerca que 15.00 metros del punto de entrada.

- (6) Una longitud máxima de 15.00 metros de cable tipo BLX, entrando al edificio desde el exterior y terminando en una unidad de interfaz de red o una ubicación con protección primaria.

830-133. Instalación de cables y equipos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Las instalaciones de cables y equipos dentro de los edificios deben cumplir con (a) y (b) según corresponda.

a) Separación de conductores.

1) En canalizaciones, charolas portacables, cajas, envolventes y ensamblados de enrutamiento de cables.

- a. *Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja y media potencia energizados por una red de baja y media potencia.* Se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja y media potencia en la misma canalización, charola portacables, caja, envolvente o ensamblados de enrutamiento de cables.
- b. *Cables de circuito de comunicaciones de banda ancha de baja potencia con circuitos de banda ancha.* Se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha de baja potencia con banda ancha en la misma canalización, bandeja de cables, caja, o ensamblados de enrutamiento de cables con cables encamisados de cualquiera de los siguientes circuitos:
 - (1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y C del Artículo 725.
 - (2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las partes A y C del Artículo 760.
 - (3) Circuitos de comunicaciones de acuerdo con las Partes A y D del Artículo 800.
 - (4) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las Partes A y D del Artículo 770.
 - (5) Sistemas de antenas comunales de televisión y de distribución de radio, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 820.
- c. *Cables de circuito de comunicaciones de banda ancha de potencia media con cables de fibra óptica y otros cables de comunicaciones.* No se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha de potencia media en la misma canalización, bandeja de cables, caja, o conjunto de cableado con conductores de cualquiera de los siguientes circuitos:
 - (1) Circuitos de comunicaciones de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 800.
 - (2) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 770.
 - (3) Sistemas de antenas comunales de televisión y de distribución de radio, de acuerdo con las partes A y E del Artículo 820.

- d. **Cables de Circuito de Comunicaciones de banda ancha de potencia mediana con otros circuitos.** No se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha de potencia media en la misma canalización, bandeja de cables, caja, o ensamble de enrutamiento de cables con conductores de cualquiera de los siguientes circuitos:
- (1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y C del Artículo 725.
 - (2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las Partes A y C del Artículo 760.
- e. **Circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, y de comunicaciones de banda ancha sin alimentación propia.** Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del edificio no se deben instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o de empalme o accesorios similares, con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de alarmas contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, están separados de todos los cables comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del edificio por una barrera permanente o un divisor aprobado.

Excepción 2: Los conductores de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos cuando estos conductores son introducidos únicamente para alimentar el equipo de distribución del sistema de comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del edificio. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben instalar dentro del envoltorio manteniendo una separación mínima de 6 milímetros con los cables de comunicaciones de banda ancha.

Tabla 830-154(b).- Sustitución de Cable

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
BM	BMR
BLP	CMP, CL3P
BLR	CMP, CL3P, CMR, CL3R, BLP, BMR
BL	CMP, CMR, CM, CMG, CL3P, CL3R, CL3, BMR, BM, BLP, BLR
BLX	CMP, CMR, CM, CMG, CMX, CL3P, CL3R, CL3, CL3Z, BMR, BM, BLP, BRP, BL

Tabla 830-154(a).- Aplicaciones de cables de comunicaciones de banda ancha para su uso en edificios

Aplicaciones	Tipos de cable						
	BLP	BLR	BL	BMR	BM	BLX	BMU, BLU
En Ductos específicamente fabricados para aire ambiental como se describen en 300-22(b)	En ductos prefabricados como se describe en 300-22(b)	S*	N	N	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(b)	S*	S*	S*	S*	S*	N
En otros espacios usados para aire ambiental (<i>plenums</i>) como se describe en 300-22(c)	En otros espacios usados para aire ambiental (<i>Plenums</i>) como se describe en 300-22(c)	S*	N	N	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(c)	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en <i>plenums</i>	S*	N	N	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	S*	N	N	N	N	N
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	S*	N	N	N	N	N
	Soportados por charolas con la base de metal y cubiertas de metal	S*	S*	S*	S*	S*	S*
En pozos verticales	En tendidos verticales	S*	S*	N	S*	N	N
	En canalizaciones metálicas	S*	S*	S*	S*	S*	N

	En espacios a prueba de fuego	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en <i>plenums</i>	S*	S*	N	N	N	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N
	En ensambles ruteadores de cable en pozos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
Espacios dentro de edificios que no sean para manejo de aire y pozos verticales	General	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	Soportados por charolas portacables	S*	S*	S*	S*	S*	N	N
	En conduit metálico pesado y conduit metálico semipesado	S*						
	En alguna canalización reconocida en el Capítulo 3	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en <i>plenums</i>	S*	S*	S*	N	N	N	N
	Ensamblados de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones de propósito general	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En ensambles ruteadores de cable en pozos verticales	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En ensambles ruteadores de cable de propósito general	S*	S*	S*	N	N	N	N

Una "N" en la tabla indica que el tipo de cable no se permite sea instalado en la aplicación.

Una "S **" indica que el cable se permite sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 830-113.

NOTA 1: La Parte E del Artículo 830 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla contiene las aplicaciones aprobadas de cables de comunicaciones de banda ancha para su uso en edificios. La definición del punto de entrada se encuentra en el Artículo 830-2.

NOTA 2: Para más información sobre las restricciones de la instalación de cables de comunicaciones de banda ancha en ductos específicamente fabricados para aire ambiental ver 830-113(b).

2) Otras aplicaciones. Los cables de comunicaciones de banda ancha deben estar separados 5 centímetros como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: No se requerirá la separación de los conductores cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, cables tipo AC o UF, o (2) todos los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red están alojados en una canalización.

Excepción 2: No se requerirá la separación de los conductores cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarmas contra incendios de potencia no limitada por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento del cable.

b) Soportes de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

830-154. Aplicaciones de sistemas cables de comunicaciones de banda ancha. Las aplicaciones, permitidas y no permitidas de sistemas de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red aprobados deben hacerse como se indica en la Tabla 830-154(a). Las aplicaciones permitidas deben cumplir con los requisitos de instalación de 830-40, 830-110 y 830-113. Se permiten las sustituciones de

sistemas de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, aprobados en la Tabla 830-154(b).

830-160. Dobleces. Los dobleces en los cables de una red de comunicaciones de banda ancha se deben hacer de tal modo que no dañen el cable.

Parte F. Requisitos de aprobación

830-179. Equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben estar aprobados y marcados de acuerdo con (a) o (b) siguientes. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben tener una clasificación de temperatura de no menos de 60 °C. La clasificación de la temperatura se marcará en la cubierta de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red que tengan una clasificación de temperatura superior a 60 °C.

Excepción 1: Este requisito de aprobación no se debe aplicar a los cables coaxiales de antenas comunales de televisión y de sistemas de distribución de radio que fueron instalados antes de enero 1 de 2000, de acuerdo con el Artículo 820, y que se usan para por circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia.

Excepción 2: Se permitirán los cables sustitutos de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red tal como se indica en la Tabla 830-154(b).

a) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben ser cables ensamblados en fábrica, consistiendo en un cable coaxial con cubierta, una combinación, con cubierta, de cable coaxial con múltiples conductores individuales o una combinación, con cubierta, de cable de fibra óptica y múltiples conductores individuales. El aislamiento de los conductores individuales debe ser para 300 volts como mínimo. Los cables para uso en el exterior deben estar aprobados para esa aplicación. Los cables deben marcarse como se indica en 310-120.

1) Cables tipo BMR. Los cables tipo BMR deben ser adecuados para su uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro, y deben tener características de resistencia al fuego que prevengan la propagación del fuego de un piso a otro.

2) Cables tipo BM. Los cables tipo BM deben estar aprobados para uso general, con la excepción de pozos verticales y *plenums* y deben tener características de resistencia a la propagación del fuego.

3) Cables tipo BMU. Los cables tipo BMU deben tener cubierta y ser adecuados para uso exterior subterráneo.

b) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia deben ser cables ensamblados en fábrica, consistiendo en un cable coaxial con cubierta, una combinación, con cubierta, de cable coaxial con múltiples conductores individuales o una combinación, con cubierta, de cable de fibra óptica y múltiples conductores individuales. El aislamiento de los conductores individuales debe ser para 300 volts como mínimo. Los cables para uso en el exterior deben estar aprobados para esa aplicación. Los cables deben marcarse como se indica en 310-120.

1) Cables tipo BLP. Los cables tipo BLP deben estar aprobados para uso en ductos, *plenums* y otros espacios usados para aire ambiental y también deben estar aprobadas sus características de resistencia al fuego y baja emisión de humo.

2) Cables tipo BLR. Los cables tipo BLR deben estar aprobados para uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro, y deben tener características de resistencia al fuego que prevengan la propagación del fuego de un piso a otro.

3) Cables tipo BL. Los cables tipo BL deben estar aprobados para uso en el exterior, para uso en unidades de vivienda y para uso en canalizaciones y deben tener características de resistencia a la propagación del fuego.

4) Cables tipo BLX. Los cables tipo BLX de uso limitado deben estar aprobados para uso general, con la excepción de pozos verticales y *plenums* y deben tener características de resistencia a la propagación del fuego.

5) Cables tipo BLU. Los cables tipo BLU deben tener cubierta y ser adecuados para uso exterior subterráneo.

830-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los elementos metálicos no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

ARTÍCULO 840

SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA ALIMENTADOS CON LA INSTALACIÓN DEL EDIFICIO.

Parte A. Generalidades

840-1. Alcance. Este Artículo cubre los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados con la instalación del edificio.

NOTA: Una configuración básica de un sistema típico consiste de un cable de fibra óptica, par trenzado o cable coaxial, que suministra al edificio una señal de banda ancha a la terminal de red óptica, que convierte la señal de banda ancha en componentes de señales eléctricas, tal como sucede en los teléfonos tradicionales, en video, internet de alta velocidad y servicios interactivos.

La alimentación a la terminal de red óptica se hace típicamente con una unidad de suministro de potencia y una batería como unidad de respaldo, que toma energía de las instalaciones del edificio. El cable de fibra óptica sin potencia y puede ser conductivo o no conductivo.

840-2. Definiciones. Aplican las definiciones de la Parte A del Artículo 100 y 645-2, 770-2, 800-2, y 820-2. Para propósitos de este Artículo también aplican las definiciones siguientes.

Terminal de red óptica. Un dispositivo que convierte señales (ópticas, eléctricas o inalámbricas) en componentes de señales, eléctricas, incluyendo: voz, audio, video, datos, ópticas y servicios inalámbricos e interactivos y se considera un dispositivo en las terminales de la instalación del edificio está conectado a un proveedor de servicios de comunicaciones y que se alimenta en la instalación del edificio.

Circuito de comunicaciones en el edificio. Circuito que lleva voz, audio, video, datos, servicios interactivos, telégrafo (excepto radio) y alambrados exteriores de alarmas de incendio y de robo, desde la terminal de red óptica del proveedor de servicios hasta el equipo de comunicaciones del cliente, incluyendo el equipo terminal, tal como los aparatos de: teléfono, fax o una contestadora automática.

Circuito de antena comunal de televisión en edificios. Circuito que extiende los sistemas de antena comunal de televisión para audio, video, datos y servicios interactivos desde la terminal de red óptica del proveedor de servicios hasta el equipo apropiado del cliente

840-3. Otros Artículos.

a) Lugares (clasificados como) peligrosos. Los circuitos y equipos de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la instalación del edificio, instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con 500-5 y 505-5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Cables en ductos para polvos, fibras sueltas o extracción de vapores. Los requisitos de la sección 300-22(a) para sistemas de cableado deben aplicarse a los cables de fibra óptica conductores.

c) Equipos en otros espacios para manejar aire ambiental. Se debe aplicar 300-22(c)(3).

d) Instalación y uso. Deben aplicarse los requisitos de la sección 110-3(b)

e) Circuitos de salida. Como sea apropiado para los servicios suministrados, los circuitos de salida derivados de una terminal de red óptica deben cumplir con los requisitos siguientes:

- (1) Instalaciones de circuitos de comunicaciones en el edificio: Parte E del Artículo 800
- (2) Instalaciones de antenas comunales de televisión y de circuitos de distribución de radio en edificios: Parte E del Artículo 820
- (3) Instalaciones de cables de fibra óptica, Parte E del Artículo 770.
- (4) Instalaciones de circuitos Clase 2 y Clase 3, Parte C del Artículo 725.
- (5) Instalaciones de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Parte C del Artículo 760.

f) Otros sistemas de comunicaciones. Según sea apropiado para el sistema involucrado, los sistemas de comunicaciones tradicionales deberán cumplir con los requisitos de lo siguiente:

- (1) Circuitos de comunicaciones - Artículo 800
- (2) Equipo de radio y televisión - Artículo 810
- (3) Antena comunitaria de televisión y sistemas de distribución de radio - Artículo 820
- (4) Sistemas de comunicaciones de banda ancha de radio- Artículo 830

g) Clasificación eléctrica de circuitos y cables de datos. Las secciones 725-139(d)(1) y 800-133(a)(1) (c) se aplicarán a la clasificación eléctrica de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con circuitos de comunicaciones.

840-21. Acceso a equipo eléctrico detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. No se debe impedir el acceso a equipo eléctrico por una acumulación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la instalación del edificio, que no permitan quitar los paneles, incluyendo los paneles suspendidos en los plafones.

840-24. Ejecución mecánica del trabajo. Se deben aplicar los requisitos de 770-24, 800-24 y 820-24.

840-25. Cables abandonados. Se deben aplicar los requisitos de 770-25, 800-25 y 820-25.

840-26. Propagación del fuego y productos de la combustión. Se deben aplicar los requisitos de 770-26, 800-26 y 820-26.

Parte B. Cables en el exterior y que entran a los edificios

840-44. Cables de fibra óptica aéreos. Los cables aéreos de fibra óptica que contengan un elemento metálico no conductor de corriente deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de fibra óptica y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables de fibra óptica deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables de fibra óptica no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables de fibra óptica debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas de 0 a 750 volts, encima y paralelas a las acometidas de servicios de comunicaciones de banda ancha alimentados por la instalación del edificio, deben tener una separación mínima de 30 centímetros en cualquier parte del claro interpostal, incluyendo hasta el punto donde se fija al edificio. En el poste se debe mantener un libramiento de 1.00 metro entre los dos servicios.

b) Sobre los techos. Los cables de fibra óptica en el exterior deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Los requisitos de claros verticales no aplican a edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si:

1) los conductores de acometida de los sistemas de fibra óptica pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y

2) el cable de fibra óptica es terminado en una canalización a través o encima del techo u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

840-45. Hilos y cables de comunicaciones aéreos. La Sección 800-44 se aplicará a los cables de comunicaciones aéreas (aéreos) y los cables de comunicaciones de multipar.

840-46. Cables coaxiales aéreos. La sección 820-44 se aplicará a los cables coaxiales aéreos.

840-47. Cables alambres subterráneos de fibra óptica entrando a edificios. Los cables y alambres subterráneos de fibra óptica entrando a edificios deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes.

a) Cables de fibra óptica

(1) Circuitos Clase 1 y de alarma de fuego de potencia limitada. Los cables conductores subterráneos de fibra óptica que entren en edificios con conductores eléctricos de alumbrado, de fuerza, circuitos Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada en una canalización, pedestal registro o pozo de visitas deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por ladrillos, hormigón o azulejos o por una barrera adecuada.

(2) Cables y canalizaciones directamente enterrados. Los cables conductores de fibra óptica deben estar separados al menos 30 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada o circuitos Clase 1.

Excepción 1: No se requerirá separación cuando los conductores de acometida eléctrica estén instalados en canalizaciones o tengan cubierta metálica en el cable.

Excepción 2: No se requerirá separación cuando los conductores de alimentadores o circuitos derivados de alumbrado o de fuerza, o los conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, o conductores de un circuito Clase 1 están instalados en una canalización o en cables con cubierta metálica, pantalla metálica o en cables tipo UF o tipo USE.

3) Protección mecánica. La instalación de cables directamente enterrados, tubos conduit u otra canalización se deben enterrar de manera que estén cubiertos cuando menos 15 centímetros.

b) Cables y alambres de comunicaciones. Las instalaciones de cables de comunicaciones y alambres de comunicaciones de multipar deben cumplir con 800-47.

c) Cables coaxiales. Las instalaciones con cables coaxiales deben cumplir con 820-47.

840-48. Cables y conductores no aprobados de entrada a edificios. Las instalaciones de cables no aprobados de entrada a edificios deben cumplir con (a), (b) o (c), según aplique.

a) Cables de fibra óptica. Las instalaciones con cables no aprobados de fibra óptica de entrada a edificios deben cumplir lo dispuesto en 770-48.

b) Cables y conductores para comunicaciones. Las instalaciones con cables no aprobados y los conductores no aprobados para comunicaciones multipares de entrada a edificios deben cumplir con 800-48.

c) Cables coaxiales. Las instalaciones de cables coaxiales no aprobados de entrada a edificios deben cumplir con 820-48

Parte C. Protección

840-90. Dispositivos de protección. Aplican los requisitos de 800-90.

840-93. Puesta a tierra o interrupción de la cubierta metálica. Los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica, cables de comunicaciones o cables coaxiales que entran a los edificios o están fijados a éstos deben cumplir con (a), (b) o (c), respectivamente.

a) Miembros metálicos no conductores de corriente de cables de fibra óptica. Miembros metálicos no conductores de corriente de cables de fibra óptica entrando o terminados en el exterior de un edificio deben cumplir con 770-93(a) o (b).

b) Cables de comunicaciones. La puesta a tierra o la interrupción de la cubierta metálica del cable de comunicaciones debe cumplir con 800-93.

c) Cables coaxiales. Cuando se instala la terminal de red óptica en el exterior o en el interior de un edificio, con un cable coaxial rematado en una terminal de red óptica y está entrando, saliendo o fijado en el exterior del edificio, aplica 820-93.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

840-100. Puesta a tierra de la terminal de red óptica y del cable de fibra óptica. Los requisitos de puesta a tierra de la terminal de red los cables conductores de fibra óptica, los cables de comunicaciones de multipar, los conductores de entrada de antena y los cables coaxiales deben cumplir con 770-100, 800-100, 810-21 o 820-100, según sea aplicable.

840-101. Circuitos del edificio que no salen de él. Cuando la terminal de red óptica es alimentada por un cable de fibra óptica no conductor, o cuando cualquier miembro metálico no conductor de corriente es interrumpido por un empalme aislante o dispositivo similar y los circuitos rematan en una terminal de red óptica y están totalmente dentro del edificio aplican (a), (b) y (c) siguientes, según sea el caso:

a) Puesta a tierra del blindaje de un cable coaxial. El blindaje de un cable coaxial debe ser puesto a tierra por una de las siguientes maneras:

- (1) Cualquiera de los métodos descritos en 820-100 o 820-106.
- (2) Una conexión fija a un conductor de puesta a tierra de equipo como se describe en 250-118
- (3) Conexión a la terminal de puesta a tierra de la terminal de red óptica, siempre y cuando esa terminal esté puesta a tierra por uno de los métodos descritos en 820-100 o 820-106, o a un conductor de puesta a tierra de equipo a través de un dispositivo de puesta a tierra aprobado que mantendrá la puesta a tierra, aunque se desconecte la terminal de red óptica.

b) Puesta a tierra de circuitos de comunicaciones. No se requiere que los circuitos de comunicaciones estén puestos a tierra.

c) Puesta a tierra de la terminal de red óptica. No se requiere que la terminal de red óptica esté puesta a tierra, a menos que sea requerido. Si el cable coaxial está puesto a tierra separadamente como se describe en (a)(1) o (a)(2) anteriores, si se usa un cordón y clavija para la conexión a la terminal de red óptica se permite la puesta a tierra.

NOTA: Cuando sea requerida la puesta a tierra, se permite que un dispositivo aprobado extienda el conductor de puesta a tierra de equipo desde el contacto hasta la terminal de puesta a tierra de equipo de la terminal de red óptica. El dimensionamiento del conductor de puesta a tierra de equipo es cubierto en la Tabla 250-122.

840-106. Unión y puesta a tierra en las casas móviles.

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) o (2) siguientes.

1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica deben estar conectados a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 770-106(a)(1). La terminal de red óptica, si se requiere que esté puesta a tierra, deberá estar conectada a un conductor de electrodo de puesta a tierra según se establece en 840-106(a)(1). Los circuitos de comunicaciones y de antenas comunales de televisión de los edificios deberán estar puestos a tierra de acuerdo con lo establecido en la sección 820-106(a)(1), excepto que la terminal de puesta a tierra esté aprobada para proporcionar la trayectoria de puesta a tierra para el blindaje del cable coaxial. El electrodo de puesta a tierra debe estar unido de acuerdo con lo establecido en la sección 770-106(b).

2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con la sección 250-32, situado al alcance la vista desde y a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica deberán estar conectada a un electrodo de puesta a tierra según se establece en 770-106(a)(2). La terminal de fibra óptica, si se requiere que sea puesta a tierra, debe estar conectado a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 800-106(a)(2). Los circuitos de comunicaciones y de antenas comunales de televisión deberán estar puestos a tierra de acuerdo con 820-106(a)(2), a menos que la terminal de fibra óptica esté aprobada para proporcionar la trayectoria de puesta a tierra para el blindaje del cable coaxial. El electrodo de puesta a tierra debe estar unido de acuerdo con lo establecido en la sección 770-106(b).

b) Unión. La terminal de puesta a tierra de la terminal de red óptica o el electrodo de puesta a tierra, deberán estar conectadas al chasis de metal o terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor de cobre de tamaño no menor a 3.31 mm² (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) anterior, o

2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón con clavija.

Parte E. Métodos de instalación dentro de edificios.

840-110. Canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables. Las instalaciones de canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para los cables de comunicaciones de banda ancha deberán cumplir con (a), (b) o (c) según corresponda.

a) Cables de fibra óptica. Se aplicarán los requisitos de 770-110.

b) Cables de comunicaciones Multipar. Se aplicarán los requisitos de 800-110.

c) Cables coaxiales. Se aplicarán los requisitos de 820-110.

840-113. Instalaciones en el lado del inmueble de la terminal de red óptica. La instalación de circuitos de comunicación y de circuitos con cable coaxial debe cumplir con (a) y (b) siguientes.

a) Circuitos de comunicaciones en los inmuebles. Los alambres y cables multipar para comunicaciones instalados en los inmuebles, después de la terminal de fibra óptica, deberán cumplir con 800-179 y la instalación deberá cumplir con 800-113 y 800-133.

b) Circuitos de antena comunal de televisión en los inmuebles. Los circuitos de antena comunal de televisión en los inmuebles, a partir de la terminal de fibra óptica, deberán estar aprobados según 820-179 y la instalación deberá cumplir con 820-113 y 820-133.

840-133. Instalación de fibras ópticas y conductores. Aplican los requisitos de 770-133.

840-154. Aplicaciones de cables de fibra óptica. Aplican los requisitos de 770-154.

Parte F. Alimentación de equipos de comunicaciones a través de cables de comunicaciones.

840-160. Circuitos de alimentación. Los conductores para comunicaciones, además de llevar circuitos de comunicaciones, deben permitir también llevar circuitos para alimentar al equipo de comunicaciones. Si la potencia suministrada a través de un conductor para comunicaciones a un equipo de comunicaciones es mayor que 60 watts, el conductor para comunicaciones y los circuitos de potencia deben cumplir con 725-144, cuando los conductores de comunicaciones se utilicen en lugares para conductores Clase 2 y Clase 3.

Parte G. Requisitos de aprobación

840-170. Equipos y cables. Los equipos y cables de sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Terminal de red óptica. La terminal de red óptica y los medios aplicables de puesta a tierra deben estar aprobados para uso con sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble.

NOTA. No hay requisitos para utilizar cierta metodología para la puesta a tierra, excepto la recomendada por el fabricante.

b) Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica deben ser aprobados según 770-179(a) hasta (d) y deben ser marcados de acuerdo con la Tabla 770-179.

c) Equipos de comunicaciones. Los equipos de comunicaciones deberán estar aprobados de acuerdo con 800-170. Los alambres y cables de comunicaciones de los inmuebles conectados a la terminal de red óptica deben estar aprobados según 800-179.

d) Conjunto de Enrutamiento de Cable y Canales de Comunicaciones. Los ensambles de enrutamiento de cables y las canalizaciones de comunicación deben estar aprobadas de acuerdo con 800-182.

e) Cables y alambre de comunicaciones en los inmuebles. Los alambres y cables de comunicaciones deben estar aprobados y marcados de acuerdo con 800-179.

f) Circuitos de antena comunal de televisión en los inmuebles. Los cables coaxiales de antenas comunales de televisión en los inmuebles, conectados a la terminal de red óptica deben estar aprobados según 800-179. Los medios aplicables para puesta a tierra deberán ser aprobados para la aplicación en sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble.

g) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación de los circuitos destinados a suministrar energía a través de cables de comunicaciones a equipos remotos deberá estar limitada de acuerdo con la Tabla 11 (b) en el Capítulo 10 para fuentes de tensión de hasta 60 volts de corriente directa y estar aprobada como se especifica en cualquiera de los siguientes:

(1) Una fuente de energía se aprobará como se especifica en 725-121(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4). Las fuentes de alimentación no tendrán las conexiones de salida paralelas o interconectadas de otra manera a menos que estén aprobadas para tal interconexión.

(2) Una fuente de energía se aprobará como equipo de comunicaciones para circuitos de potencia limitada.

h) Equipos accesorios. Los equipos accesorios de comunicaciones y/o los ensambles deberán estar aprobados para la aplicación con los sistemas de comunicaciones alimentados de los inmuebles.

840-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los elementos metálicos no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

INSTALACIONES QUE NO SEAN MATERIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL**ARTÍCULO 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 que no sean materia del Sistema Eléctrico Nacional, subestaciones eléctricas, alumbrado público y otras líneas eléctricas y de comunicación ubicadas en la vía pública, redes privadas mediante las cuales se suministra energía eléctrica a centros de carga, 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 de aguante de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión a 60 hertz que bajo condiciones normalizadas puede aplicarse sin causar flameo o perforación del aislador.

Tensión de flameo de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión a 60 hertz que bajo condiciones normalizadas causa flameo sostenido a través del medio circundante.

ARTÍCULO 921**PUESTA A TIERRA****Parte A. Generalidades**

921-1. Generalidades. 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 energía eléctrica. Este Artículo se refiere a los métodos para la puesta a tierra de los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación; los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deben estar puestos a tierra, se encuentran en otras secciones de esta NOM.

Para mayor detalle sobre puesta a tierra, véase Artículo 250.

921-2. Definiciones

Electrodo de puesta a tierra: 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 para prevenir un contacto accidental con 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.

NOTA: Antes de realizar la medición y desconexión del sistema de tierra, el sistema eléctrico debe estar desenergizado

921-4. Puesta a tierra durante reparaciones. El equipo o los conductores que operen a más de 110 volts entre fases y que se deban reparar cuando se desconecten de la fuente de alimentación, deben ser puestos a tierra, antes y durante la reparación.

921-5. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de corriente continua.

a) Hasta de 750 volts En sistemas de corriente continua hasta de 750 volts, que requieran estar puestos 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 volts En sistemas de corriente continua de más de 750 volts, que requieran estar puestos 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 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 inconveniente en el conductor de puesta a tierra. Si se tiene un flujo de corriente en un conductor de puesta a tierra, se debe tomar una o más de las siguientes medidas para localizar el origen del 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, 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 de puesta a tierra debe tener capacidad para conducir la corriente de falla a tierra, durante el tiempo que dure la falla a tierra 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 dobleces cerrados (ángulos menores a 90°) como sea posible.

La estructura metálica de un edificio o construcción puede servir como parte de un conductor de puesta a tierra a un aceptable electrodo de puesta a 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 exotérmicas, conectores mecánicos o de compresión y zapatas o abrazaderas de puesta a tierra.

921-10. Ampacidad y resistencia mecánica. "La ampacidad de tiempo corto" de un conductor de puesta a tierra desnudo, es la corriente 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 con aislamiento es la corriente que puede conducir, sin que se dañe el aislamiento.

Cuando los conductores estén conectados en paralelo, puede considerarse el incremento de la capacidad de la corriente total.

a) Para sistemas puestos a tierra en un solo punto. El conductor de puesta a tierra para un sistema puesto a tierra en un solo punto, por medio de un electrodo o grupo de electrodos de puesta a tierra exclusivo para servicios individuales debe tener una "ampacidad de corto tiempo" para la corriente de falla, que pueda circular por el propio conductor de puesta a tierra durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede determinarse, la ampacidad permanente del conductor de puesta a tierra debe ser igual o mayor que la corriente a plena carga del transformador o de otra fuente de alimentación.

b) Para sistemas de corriente alterna con múltiples conexiones de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente alterna con conexiones múltiples de puesta a tierra, excluyendo las puestas a tierra en los servicios a usuarios, debe tener una ampacidad continua en cada conexión de un quinto o mayor de la ampacidad 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 "ampacidad de tiempo corto", bajo las condiciones de corriente causada por un disturbio. El conductor individual de puesta a tierra de un apartarrayos debe ser de tamaño no menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre, o de 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio o un conductor equivalente en conductividad.

Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del apartarrayos, deben emplearse conductores flexibles adecuados.

El punto de referencia de puesta a 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 al electrodo de puesta a tierra como se especifica en la sección 280-21.

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 "ampacidad de tiempo corto" para la corriente de falla y para el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se proporciona protección contra sobrecorriente o falla, la ampacidad 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 menor que 8.37 mm² (8 AWG) de cobre.

Cuando las cubiertas metálicas de conductores y sus uniones a las cubiertas de equipo tienen la continuidad y capacidad de corriente requeridas, se pueden usar como medio de puesta a tierra del equipo.

Las conexiones del conductor de puesta a tierra se deben hacer en una terminal o dispositivo que no se altere en una inspección normal, mantenimiento u operación.

e) Límite de la ampacidad. El límite de capacidad de corriente del conductor de puesta a tierra es el siguiente:

1) La de los conductores de fase que alimentarían la corriente de falla a tierra.

2) La corriente máxima que pueda circular por el conductor, hacia el electrodo a que esté conectado. Para un conductor de puesta a tierra individual y conectado a un electrodo de puesta a tierra, esta corriente es aproximadamente igual a la tensión de suministro dividida entre la resistencia del electrodo de puesta a tierra.

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 de 8.37 mm² (8 AWG) de cobre.

921-11. Guardas y protección

a) Los conductores de puesta a tierra para sistemas conectados a tierra en un solo punto y aquellos conductores expuestos a daño mecánico, deben protegerse. No requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones puestas a tierra.

b) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deben protegerse por medio de guardas contra el riesgo a que estén expuestos. Las guardas deben tener una altura mínima de 2.50 metros 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 volts y armazones de equipos que operen a más de 600 volts.

2) Circuitos de alumbrado y fuerza hasta 600 volts.

3) Terminales aéreas 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 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 metros 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 de puesta a tierra fabricados para apartarrayos de sistemas eléctricos no puestos a tierra, que operen a tensiones superiores a 15 kilovolts entre fases, deben estar separados 6.00 metros mínimo de los cables de comunicación subterráneos.

921-13. Electroodos 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 de puesta a tierra común (o sistema de electrodos de puesta a tierra) debe emplearse para la puesta a tierra el sistema eléctrico y las envolventes metálicas de conductores y al equipo servido por el mismo sistema. El electrodo de puesta a tierra debe ser alguno de los especificados en 921-14 y 921-22.

921-14. Electroodos de puesta a tierra existentes. Para efectos de esta sección, se entiende por "electrodos de puesta a tierra 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 deben 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 1.00 metro 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 proporcionan 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 que busca camino hacia tierra a través del concreto, que es mal conductor.

921-15. Medios de conexión a electrodos de puesta a tierra. Hasta donde sea posible, las interconexiones a los electrodos de puesta a tierra deben ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deben proporcionar 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 conector 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 de puesta a tierra 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 adecuado para satisfacer el requisito indicado en la sección 921-13, pero no menor que 21.2 mm² (4 AWG) que se conecte a las varillas de refuerzo o al alambón, mediante un conector adecuado para cable de acero. El conector 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 no menor que 33.6 mm² (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 puesto 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 fabricados o las estructuras puestas a tierra deben separarse por lo menos 3.00 metros de líneas de tubería usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (1030 kilopascales o más), a menos que estén unidos eléctricamente y protegidos catódicamente como una sola unidad.

Debe evitarse la instalación de electrodos a menos de 3.00 metros 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 corriente alterna 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 cuando se requiera, a fin de obtener una buena conexión.

921-18. Resistencia a tierra de electrodos de puesta a tierra. Disposiciones generales. El sistema de tierra debe consistir de uno o más electrodos de puesta a tierra conectados entre sí. Debe tener una resistencia a tierra baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión de paso, de contacto y de transferencia (se considera aceptable un valor de 10 ohms; en terrenos con alta resistividad este valor puede llegar a ser hasta de 25 ohms). Para los tipos de electrodos de puesta a tierra véase el Artículo 250 parte C.

a) **Plantas generadoras y subestaciones.** Cuando estén involucradas tensiones y corrientes eléctricas altas, se requiere de una malla de tierra con múltiples electrodos de puesta a tierra 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 de puesta a tierra deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25 ohms en las condiciones más críticas. Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5 ohms o menos.

c) **Sistemas con neutro multiaterrizado.** El neutro, debe estar conectado a un electrodo de puesta a tierra en cada transformador y sobre la línea, cada 400.00 metros 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.

Parte B. Líneas aéreas

921-20. Generalidades. Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras en áreas no urbanizadas, debe ser puesta a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor que 45.00 metros. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad eléctrica de la cerca, ésta debe ser puesta a tierra 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 puestos 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 cada 400.00 metros 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 cada 200.00 metros 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 corrido) que tenga cuando menos una conexión de puesta a tierra como mínimo cada 400.00 metros, además de las conexiones de puesta a tierra en los servicios a usuarios.

921-22. Electrodo de puesta a tierra fabricados.

a) General. Cuando se usen electrodos de puesta a tierra fabricados, éstos deben penetrar, tanto como sea posible, dentro del nivel de humedad permanente.

Los electrodos de puesta a tierra fabricados deben ser de un metal o aleación que no se corra excesivamente.

Toda la superficie externa de los electrodos de puesta a tierra fabricados 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, ver 250-52(5) y 250-52(7).

Parte C. Líneas subterráneas**921-23. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de corriente alterna.**

a) Hasta 600 volts La conexión de puesta a tierra de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conexión estrella o de un sistema de 1 fase, 3 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 puesto a tierra 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 acometida.

b) Más de 600 volts.

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 del apartarrayos. Las pantallas de los cables deben unirse con el sistema de tierra del 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 de puesta a tierra, la pantalla (incluyendo armadura) debe ser puesta 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 en la 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 sean puestos 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) Conexión a electrodos de puesta a tierra. Los conductores de puesta a tierra usados para conectarse a los electrodos de puesta a tierra y que se coloquen directamente enterrados, deben ser tendidos con holgura o tener suficiente resistencia mecánica para evitar que se rompan por movimientos de la tierra o asentamientos normales del terreno.

b) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sin aislamiento de conductores de puesta a tierra directamente enterrados deben ser hechos con soldadura exotérmica 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) Pantallas. Las pantallas sobre aislamiento de cables puestas a tierra deben unirse con todo aquel equipo eléctrico accesible puesto a tierra en los registros, pozos o bóvedas.

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando exista protección catódica.

d) Elementos magnéticos. 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) Metales. 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 efecto galvánico. El aluminio no está aprobado para este uso.

f) Pantallas o armaduras. Cuando las pantallas o armaduras sobre el aislamiento de cables, puestas a tierra, se conecten para minimizar las corrientes eléctricas circulantes en la pantalla, deben aislarse donde estén accesibles al contacto del personal.

g) Conexiones. Las conexiones de transposición y los puentes de unión deben tener aislamiento para 600 volts, para tensiones mayores el aislamiento debe ser adecuado para la tensión a tierra existente.

h) Puentes de unión. Los puentes de unión y sus medios de conexión deben ser de tamaño y diseño para soportar la corriente de falla a tierra, sin dañarse el aislamiento de los puentes o las conexiones de la pantalla.

Parte D. Subestaciones

921-25. Características del sistema de tierra. Las características de los sistemas de tierra deben cumplir con lo aplicable del Artículo 250.

El sistema de tierra se debe instalar de manera que se limite el efecto de los gradientes de potencial a niveles tales que los niveles de corriente y de tensión no sean peligrosos para la seguridad de las personas o del equipo en condiciones normales y de falla; se debe calcular el potencial de paso y de contacto en el sistema de tierra y deben ser menores a los tolerables por el cuerpo humano; tomar las precauciones necesarias para el potencial de transferencia que se presente en caso de una falla a tierra.

NOTA: Para definir un método adecuado para calcular el sistema de puesta a tierra, como el cálculo para sistemas de tierra en centrales generadoras y subestaciones, véase el Apéndice B.

a) Disposición física. El cable que forme el perímetro exterior del sistema debe ser continuo de manera que rodee el área en que se encuentra el equipo de la subestación.

En subestaciones tipo pedestal, de conexión estrella-estrella, se puede aceptar que el sistema de tierra quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo, siempre y cuando el transformador esté conectado a un sistema de 3 fases, 4 hilos, desde la subestación de la empresa suministradora.

La resistencia a tierra total del sistema debe cumplir con los valores indicados en el inciso (b) de esta sección.

b) Resistencia a tierra del sistema de tierra. La resistencia a tierra del sistema de tierra, incluyendo todos los elementos que lo forman, debe conservarse en un valor menor que lo indicado en la tabla 921-25(b).

Deben efectuarse pruebas periódicamente durante la operación, anotando 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.

Tabla 921-25 (b).- Resistencia a tierra del sistema.

Resistencia (ohms)	Tensión máxima (kV)	Capacidad máxima del transformador (kVA)
5	mayor que 35	mayor que 250
10	35	mayor que 250
25	35	250

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) Dentro. Si la cerca se coloca dentro de la zona correspondiente a la malla, debe ser puesta a tierra.

b) Fuera. Si la cerca se encuentra fuera de la zona correspondiente a la malla debe colocarse por lo menos a 2.00 metros del límite de la malla.

921-27. Puesta a tierra de rieles y tubos para agua y gas.

a) Rieles. Las vías 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 del sistema 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.

a) Partes metálicas expuestas. Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente, y las defensas metálicas del equipo eléctrico, deben ser puestas a tierra.

b) Lugares húmedos o peligrosos (clasificados). Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o áreas peligrosas (clasificadas), las partes metálicas que no conducen corriente pueden no conectarse a tierra, siempre que sean inaccesibles o que se protejan por medio de guardas.

Esta última protección debe impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente algún otro objeto puesto a tierra.

c) Estructuras de acero. Todas 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 45.00 metros. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad eléctrica 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 ampacidad 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.

Parte 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 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 de puesta a tierra, como los descritos en 921-14, 921-22 y 250 Parte C, o hacer esta conexión a la cubierta metálica del equipo del servicio eléctrico o al conductor del electrodo de puesta a tierra, cuando el conductor neutro del servicio eléctrico esté conectado a un electrodo de puesta a tierra en el edificio.

b) Conexión de los equipos al electrodo. El conductor de puesta a tierra de los teléfonos y otros aparatos expuestos a contacto con líneas de suministro eléctrico y a descargas atmosféricas, debe ser de cobre, de tamaño mínimo de 2.08 mm² (14 AWG) o de cualquier otro material con ampacidad 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 de puesta a tierra. Cuando se usen electrodos de puesta a tierra separados en la misma edificación, se deben interconectar el electrodo de puesta a tierra del equipo de comunicación y el electrodo de puesta a tierra del sistema eléctrico, con un conductor de tamaño no menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre, u otro material de ampacidad equivalente que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso.

ARTÍCULO 922

LÍNEAS AÉREAS

Parte A. Generalidades

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 a las personas, 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 hasta 1000 volts

Media tensión. Tensión mayor que 1000 volts hasta 35 kilovolts

Alta tensión. Tensión mayor que 35 kilovolts y menor que 230 kilovolts

Extra alta tensión. Tensión de 230 kilovolts y mayores

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 semisuma 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 o con aislamiento. Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por esta NOM como aislamiento eléctrico, como el conductor sin pantalla metálica sobre el aislamiento operando en tensiones menores que 3 kilovolts de fase a tierra, conductor con cubierta o pantalla metálica puesta a tierra continua sobre el aislamiento, operando en tensiones de 3 kilovolts hasta 22 kilovolts a tierra o conductor operando en tensiones de 3 kilovolts a 22 kilovolts a tierra con pantalla semiconductor 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 NOM 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.

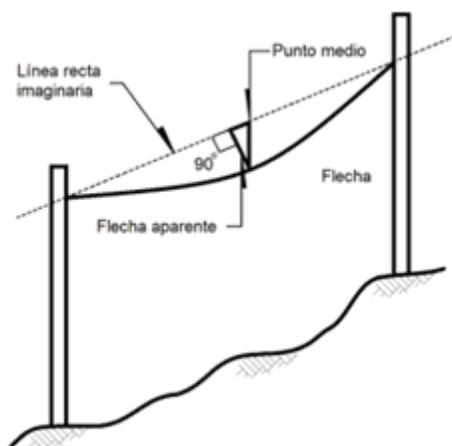


Figura.- 922-2.

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 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.

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 volts máximos a tierra o 750 volts 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 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, 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 (véase 110-2).

1) Cables de cualquier tensión 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 kilovolts o menos, que tengan una pantalla semiconductor 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 no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductor 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 no mayores a 5 kilovolts entre fases, o a 2.9 kilovolts 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 kilovolts a tierra, los cuales pueden considerarse, para fines de fijar su separación y altura, como conductores de circuitos de hasta 750 volts entre fases.

e) Circuitos de corriente alterna o corriente continua. Las disposiciones de este Artículo son aplicables tanto a circuitos de corriente alterna como de corriente continua. En los circuitos de corriente continua se deben aplicar las mismas separaciones establecidas para los circuitos de corriente alterna, que tengan la misma tensión 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. Árboles 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 cumpliendo la normatividad 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 seleccionarse basándose en la tensión 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 proporcionar 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 metros en lugares transitados solamente por peatones y de 4.60 metros 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. 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 2.90 metros.

c) Retenidas. Las retenidas también deben cumplir con lo indicado en el inciso anterior, cuando sujeten estructuras que soporten circuitos de más de 300 volts, 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 35 kilovolts 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.

Tabla 922-10.- Ampacidad de conductores desnudos en amperes

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 hertz

*Conductor de cobre duro con 97.3 por ciento de conductividad

922-10. Ampacidad de conductores desnudos. Al seleccionar los conductores, no se debe sobrepasar su ampacidad. La Tabla 922-10 muestra valores máximos de ampacidad, para los conductores desnudos usuales en líneas aéreas.

Parte 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 con respecto 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 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 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 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 mayor que 50 kilovolts, debe aumentarse 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensión mayor que 50 kilovolts, deben determinarse basándose en la tensión 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 mayor que 50 kilovolts aplica la Tabla 922-12(a)(2).

Ecuación 1: Para conductores de tamaño menor que 33.6 mm² (2AWG):

$$S = 7.62kV + 7\sqrt{(8.5f - 5080)}$$

Ecuación 2: Para conductores de tamaño mayor o igual que 33.6 mm² (2 AWG):

$$S = 7.62kV + 8\sqrt{(2.12f)}$$

Donde:

S: es la separación en milímetros.

kV es la tensión entre los dos conductores para los que se calcula la separación; excepto el caso de alimentadores de transporte eléctrico, en que la tensión es de fase a tierra.

f es la flecha final en milímetros, del conductor de mayor flecha en el claro, a una temperatura de 16 °C y con una tensión mecánica de 25 por ciento 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 de conductores.

La separación entre conductores de circuitos con tensión mayor que 50 kilovolts se debe incrementar 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar.

Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kilovolts 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)(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	725 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV ⁽⁴⁾

- (1) Todas las tensiones 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 debe ser considerado como puesto a tierra.
- (2) Para conductores que tengan flecha aparente de 1.00 metro y tensiones máximas de 8.7 kilovolts, respectivamente, en los que se hayan utilizado normalmente separaciones de 250 a 300 milímetros, 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 mayor que 50 kilovolts, debe determinarse de conformidad con lo establecido en la sección 922-12(a)(2).
- (4) Para conductores de diferentes circuitos con tensión mayor que 50 kilovolts, la separación adicional se debe incrementar 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1 000 metros sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kilovolts, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

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 hasta 50 kilovolts.

Excepción 1: Los conductores soportados por bastidores verticales, o por ménsulas separadas colocadas verticalmente, deben tener los espaciamentos 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).

Tabla 922-12(a)(2).- Separación horizontal mínima "S" de conductores en sus soportes fijos, de acuerdo con su flecha

Flecha (m)	Separación S en milímetros									
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Tensión (entre fases) Volts	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	1050	1 160	540	620	690	760	810
34 500	660	810	1 020	1 140	1 250	630	710	780	840	900

b) Separaciones adicionales. Las separaciones que se indican en la Tabla 922-13(a), deben incrementarse para conductores en la misma estructura a tensiones mayores a 50 kilovolts. Los incrementos deben ser acumulables cuando sea aplicable más de una de las siguientes condiciones.

1) Tensiones mayores de 50 kilovolts entre conductores

Para tensiones mayores de 50 kilovolts, la separación entre conductores debe incrementarse 10 milímetros por cada kilovolt en exceso de 50 kilovolts.

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):

- Para tensiones menores a 50 kilovolts entre conductores, se puede aplicar 75 por ciento de la separación entre soportes indicada en la Tabla 922-13(a).
- Para tensiones mayores a 50 kilovolts 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 en metros

Conductores en niveles inferiores		Líneas abiertas con tensión entre conductores:				
		Hasta 750 volts (1)	Más de 750 V hasta 8.7 kV	Más de 8.7 kV 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 entre conductores volts:	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 kilovolts a tierra.

Tabla 922-15(a).- Separación mínima en cualquier dirección (milímetros)

Separación de los conductores de línea entre:	En estructuras que soporten líneas de:		Líneas de suministro (Tensión entre fases)		
	Sólo de comunicación	Comunicación y eléctricas	De 0 hasta 8.7 kV	Mayor que 8.7 kV hasta 50 kV	Mayor que 50 (4)
Conductores verticales o derivados:					
Del mismo circuito	75	75	75	75 más 6.5 por cada kV en exceso de 8.7 kV	Valor no especificado
De diferente circuito	75	75	150 ⁽⁵⁾	150 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV	580 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV

Retenidas y mensajeros sujetos a la misma estructura:					
Paralelos a la línea	75	150	300	300 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV	740 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV
Retenidas de ancla	75	150 ⁽¹⁾	150	150 más 6.4 por cada kV en exceso de 8.7 kV	410 más 6.4 por cada kV en exceso de 50 kV
Otros	75	150 ⁽¹⁾	150	150 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV	580 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV
Superficie de crucetas					
Superficie de crucetas	75 ⁽²⁾	75 ⁽²⁾	75 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	75 más 5.0 por cada kV en exceso de 8.7 kV ⁽⁶⁾⁽⁷⁾ (8)	280 más 5.0 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 más 5.0 por cada kV en exceso de 8.7 kV ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	330 más 5.0 por cada kV en exceso de 50 kV
Otras	75 ⁽²⁾	--	75 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	75 más 5.0 por cada kV en exceso de 8.7 kV ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	280 más 5.0 por cada kV en exceso de 50 kV

- (1) En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 300 milímetros 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 menor 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 milímetros, excepto para conductores eléctricos de 0 a 750 volts, cuya separación puede ser reducida a 25 milímetros.
- (4) Para conductores de circuitos con tensión mayor que 50 kilovolts, la separación adicional se debe incrementar 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel mar. Todas las separaciones para tensión mayor que 50 kilovolts, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.
- (5) Para circuitos de 750 volts o menos, esta separación puede reducirse a 75 milímetros.
- (6) Un conductor neutro que esté puesto a tierra efectivamente a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kilovolts a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura.
- (7) Para líneas eléctricas abiertas de 750 volts o menos y cables eléctricos de cualquier tensión, de los tipos descritos en la sección 922-4(b), esta separación puede reducirse a 25 milímetros.
- (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 de fase a neutro para determinar la separación entre los conductores de fase y la superficie de las crucetas.

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.

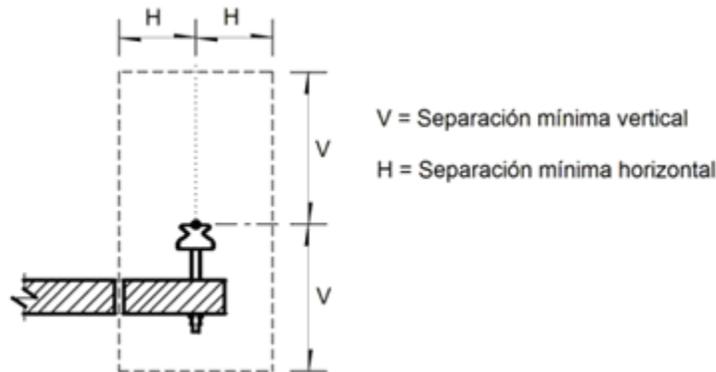


Figura.- 922-14

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 grados con la vertical, la separación no sea igual o mayor que la indicada en (a) anterior.

922-16. Separación entre circuitos de diferente tensión colocados en la misma cruceta. Los circuitos eléctricos con tensión hasta de 50 kilovolts entre conductores, pueden colocarse en la misma cruceta, con circuitos de tensión 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 mayor.

c) Los conductores de tensión menor deben ocupar las posiciones más próximas a la estructura, y los de tensión 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 kilovolts, siempre que los dos se instalen de acuerdo con los incisos (a) o (b) anteriores y pertenezcan a la misma empresa.

922-17. Espaciamento 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 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.

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 espaciamento vertical puede ser como mínimo de 10 centímetros, 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 máxima a 300 volts 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 obstruyan 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 centímetros libre de obstáculos, para tensiones mayores a 3 kilovolts los conductores desnudos o forrados deben protegerse temporalmente con cubiertas aislantes adecuadas a la tensión existente. El espacio para subir debe dejarse longitudinal y transversalmente a la línea, y extenderse verticalmente a un mínimo de 1.00 metro 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 kilovolts a tierra o 15 kilovolts entre fases, el espacio para subir debe extenderse verticalmente cuando menos 1.50 metros 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 1.00 metro arriba y abajo del tramo (o 1.50 metros 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 volts o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b), de cualquier tensión, 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 1.20 metros 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 obstruyan 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 centímetros ⁽⁴⁾ en estructuras que soporten conductores:			
Tipo	Tensión ⁽¹⁾	Comunicación	Eléctricos	Eléctricos arriba de conductores de comunicación	Comunicación arriba de conductores eléctricos ⁽²⁾
Comunicación	Hasta 150 V	Sin requisitos	--	⁽³⁾	Ningún requisito
	Más de 150 V	60 recomendado	--	⁽³⁾	60 recomendado

Eléctricos aislados	Todas las tensiones	—	--	(3)	Ningún requisito
Eléctricos aislados con mensajero desnudo	Todas las tensiones	—	60	60	75
Eléctricos en línea abierta o conductores forrados	Hasta 750 V	—	60	60	75
	Más de 750 V hasta 15 kV	—	75	75	75
	Más de 15 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⁾	--	--

- (1) Todas las tensiones son entre los dos conductores que limitan el espacio para subir, excepto para conductores de comunicación, en los que la tensión es a tierra. Cuando los conductores son de diferente circuito, la tensión 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 75.00 centímetros.
- (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 1.00 centímetro por kilovolt en exceso de 73 kilovolts

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 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. 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.

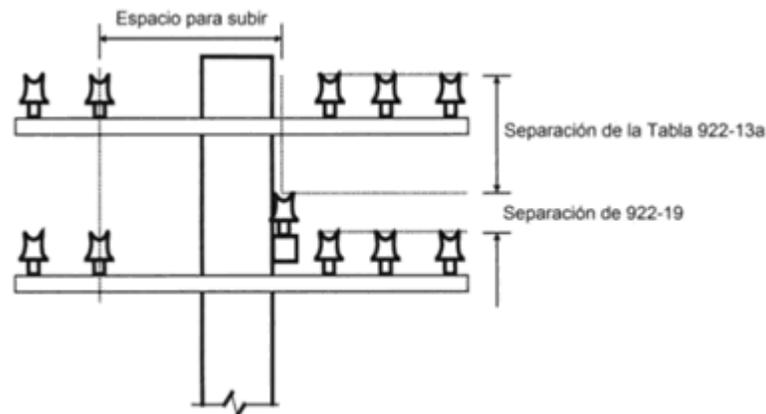


Figura 922-20(d).- Localización de crucetas y espacios para trabajar

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 ninguno de los circuitos involucrados exceda la tensión de 8.7 kilovolts a tierra o de 15 kilovolts 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 centímetros 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 centímetros, siempre que se cumplan las dos siguientes condiciones:

- Que no existan más de dos grupos de crucetas de línea y de crucetas transversales.
- Que la seguridad en las condiciones de trabajo sea restituida mediante la utilización de equipo de protección 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 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 2.50 centímetros 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 de suministro kilovolts ⁽¹⁾	Separación vertical metros
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

⁽¹⁾ Las tensiones 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 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 volts y que no excedan de 5000 watts 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, (centímetros) ⁽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 (2)(3)	7.5 más 0.5 por cada kV en exceso de 8.7 kV	27.5 más 0. por cada kV en exceso de 50 kV
Mensajeros y retenidas	15	15 más 1 por cada kV en exceso de 8.7 kV ⁽⁴⁾	58.5 más 1 por cada kV en exceso de 50 kV ⁽⁴⁾

(1) Las tensiones son entre fases.

(2) Véase la Excepción 3 de la Sección 922-22.

(3) Para circuitos eléctricos de hasta 750 volts esta separación puede reducirse a 2.50 centímetros.

(4) El factor puede reducirse a 0.65 centímetros por kilovolts para retenidas de ancla.

(5) La separación adicional para tensiones mayores a 50 kilovolts se debe incrementar un 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar.

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 luminarias 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 de la luminaria, 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 volts. Los conductores eléctricos verticales o derivados de menos de 300 volts 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 volts.

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 7.50 centímetros.

2) Los conductores de comunicación aislados verticales y derivados pueden fijarse directamente a la estructura. La separación vertical a cualquier conductor eléctrico (siempre que no se trate de conductores verticales o de conexiones a luminarias) debe ser cuando menos de 1.00 metro para tensiones hasta de 8.7 kilovolts entre fases, y de 1.50 metros para tensiones mayores.

Parte C. Separación entre conductores soportados en diferentes estructuras

922-30. Generalidades. 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/m², 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/m² 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 aquella que produzca la separación más crítica.

d) No se requiere incrementar la flecha cuando la temperatura del conductor no exceda de 50 °C y los claros sean iguales o menores que los claros siguientes.

(1) Hasta de 75.00 metros para la Zona I.

(2) Hasta de 100.00 metros para todas las otras zonas.

e) Cuando la temperatura máxima de los conductores sea de 50 °C 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 1.00 centímetro (o 1.50 centímetros 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

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 metros para tensiones hasta 50 kilovolts entre conductores. Para tensiones mayores, debe incrementarse esta separación en 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 50. La tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos debe tomarse como la diferencia vectorial de la tensión de ambos circuitos. Para conductores de la misma fase, pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión 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 kilovolts hasta 400 kilovolts, la separación total es igual al producto de la suma de 1.20 metros (distancia para 22 kilovolts 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 kilovolts.

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 750 V a 22 kV	
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 22 kV	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) Las tensiones 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 volts, deben tener una separación mínima de 1.80 metros.

Parte D. Altura de conductores y partes vivas de equipo, sobre el suelo, agua y vías férreas 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				Trolebuses, trenes eléctricos y sus mensajeros	
		Aislados	Desnudo	Aislados		Línea abierta		Hasta 750 V ⁽⁴⁾	Mayor que 750 V a 22 kV
				Hasta 750 V	Mayor que 750 V	Hasta 750 V	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 1.50 metros								
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	9.7	9.7	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	—	—

(1) Las tensiones 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 3.00 metros para los cables aislados con tensión hasta de 150 volts 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 4.50 metros.

(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 1600 metros 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.

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 mayor que 50 kilovolts a tierra. Para tensiones entre 50 y 400 kilovolts, la altura básica de conductores debe incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 50.

Excepción: En cruzamientos sobre vías de ferrocarril en la Zona I, debe aplicarse a la altura un incremento de 1.50 centímetros por cada metro del claro en exceso de 75 metros.

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 mayores a 22 kilovolts, la altura básica anterior debe incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 22 kilovolts.

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

(1) Las tensiones 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 3.00 metros 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.

Parte 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/m² con flecha final y a 16 °C. Esta presión de viento puede reducirse a 19 kg/m² 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:
 - a. Hasta de 75 metros para la Zona de carga I (véase 922-82).
 - b. Hasta de 100 metros 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 metros para tensiones hasta 50 kilovolts a tierra.

b) Separación vertical de 1.40 metros para tensiones menores a 22 kilovolts, y de 1.70 metros para tensiones entre 22 kilovolts y 50 kilovolts a tierra.

Excepción: Cuando la tensión no excede de 300 volts 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 60.00 centímetros y 90.00 centímetros respectivamente medidas a 15 °C sin deflexión por viento.

Tabla 922-54.- Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes (m)⁽¹⁾

Separaciones	Retenidas, mensajeros, cables de guarda y neutros ⁽²⁾	Conductores de comunicación		Conductores suministradores				Partes vivas rígidas sin protección	
		Aislados	Sin aislar	Aislados		Línea abierta		De 0 a 750 V	Más de 750 V a 22 kV
				De 0 a 750 V	Más de 750 V	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 ⁽⁶⁾	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 ⁽⁶⁾	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

(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 volts.

(3) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.00 metro.

(4) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.50 metros. En esta condición el claro interpostal máximo debe ser de 50.00 metros.

(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

922-54. Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes

a) Cuando los edificios pasen de 3 pisos o 15 metros de altura, se recomienda que los conductores dejen un espacio libre de cuando menos 1.80 metros 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 1.00 metro.

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 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 922-55.- Separación de conductores suministradores a puentes (m)⁽¹⁾

Separaciones	Conductores de comunicación no aislados	Conductores suministradores				Partes vivas rígidas no protegidas	
		Aislados		Línea abierta		Hasta 750 V	Más de 750 V a 22 kV
		0 a 750 V ⁽²⁾	Más de 750 V	Hasta 750 V ⁽²⁾	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	3.00	3.00	3.20	3.20	3.80	3.00	3.60
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

(1) Las tensiones 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.

922-55. 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.

922-56. Separaciones adicionales. Las separaciones adicionales son las indicadas a continuación:

a) Tensiones mayores a 22 kilovolts (a tierra). Para tensiones entre 22 kilovolts y 400 kilovolts, las separaciones horizontal y vertical deben incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 22 kilovolts

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 100.00 metros (o 75.00 metros en la Zona de carga I), debe aplicarse a la separación vertical un incremento de 1.00 centímetro por cada metro en exceso de 100.00 metros (o 75.00 metros 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.



Figura.- 922-54

Excepción: Las separaciones no requieren incrementarse cuando los claros sean iguales o menores a 100 metros (75 metros en la zona de carga I) y la temperatura del conductor no excedan 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

Interpólese para valores intermedios.

Parte 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 metros.

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 20.00 metros mínimo del límite máximo histórico que alcance el espejo del agua.

Parte 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 franja de terreno 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 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 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 NOM-114-ECOL-1998, 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 NOM.

Parte H. Cargas mecánicas en líneas aéreas

922-81. Generalidades. 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 NOM.

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.

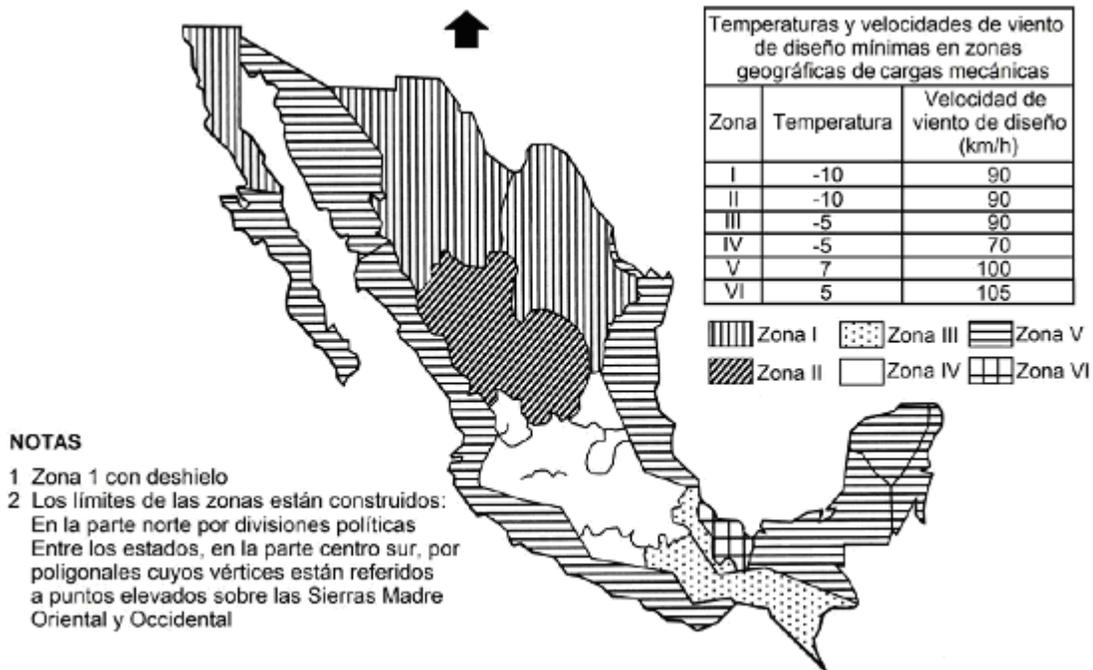


Figura 922-82.- Cálculo de cargas mecánicas

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 milímetros	
			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 2500 metros, 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 kilogramos por metro cúbico

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/m² 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 metros 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

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/m² 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.

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

Para valores intermedios de altura puede interpolarse linealmente.

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 por ciento 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, perpendiculares a la dirección del viento.

c) Carga longitudinal.

Para líneas aéreas hasta de 35 kilovolts, 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 hasta de 35 kilovolts, no es necesario considerar la ruptura de conductores. En líneas con tensiones mayores a 35 kilovolts, 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 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 por ciento 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 35 kilovolts

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 mayores a 35 kilovolts

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.

Parte I. Clases de construcción en líneas aéreas

922-91. Generalidades. 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 mínimo. Los conductores eléctricos mínimos a utilizar deben tener una resistencia 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 mínimo de conductores de cobre

Conductores	mm ² (AWG)	
	Clase A	Clase B
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 por ciento de su resistencia 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 por ciento de la resistencia a la ruptura del conductor y final no debe exceder de 25 por ciento; 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 por ciento de su resistencia 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 a la ruptura del cable, siguientes:

Tabla 922-93(b)(1).- Porcentaje de 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)(3)(a) y 922-93(a)(3)(c) anteriores.

c) Mensajeros. Los mensajeros deben ser cableados y su tensión mecánica máxima no debe ser mayor que el 60 por ciento de su resistencia 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 kilogramos 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 kilogramos), con temperatura mínima y claros máximos a 70.00 metros para tensiones hasta de 35 kilovolts. Para tensiones mayores a 35 kilovolts, 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.

Tabla 922-93.- Factores de sobrecarga mínimos para cada clase de construcción de líneas

Elemento de estructura	Esfuerzo mecánico	Tensión o tipo estructura	Material	Factor de sobrecarga			
				Ruptura de cables			
				SÍ	NO	SÍ	NO
				Clase A		Clase B	
Crucetas	Sobrecarga vertical	(hasta 35 kV)	Madera	2.0		2.0	
		(hasta 35 kV)	Acero	1.5		1.3	
		(Más de 35 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 35	Acero	1.0	1.6	-	-	
Postes y torres	Sobrecarga vertical		Madera	2.8	3.0	-	2.0
			Concreto	2.3	2.5	-	1.7
			Acero	1.2	1.3	-	1.1
	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	General	Madera	1.0	-	-	-
			Concreto	1.0	-	-	-

		Acero	1.2	-	-	-
		Madera	1.0	2.0	-	1.7
		Concreto	1.0	1.8	-	1.5
		Acero	1.2	1.6	-	-
Retenidas	Carga transversal	Suspensión		2.5		2.0
		Deflexiones y remates		1.5		1.2

Los factores para madera y concreto están basados en la resistencia a la ruptura y para el acero en su límite de fluencia.

3) Cruce de líneas aéreas. 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 milímetros 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 con el tipo de suelo.

i) Pruebas. Las estructuras y sus componentes deben someterse a pruebas para verificar su resistencia mecánica y garantizar su buen funcionamiento.

922-94. Clase de construcción requerida para líneas aéreas. Debe ser la indicada en la Tabla 922-94 de acuerdo con la tensión 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 35 kV	Más de 35 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 15 kV	B	A	A	A
Más de 15 kV hasta 35 kV	-	A	A	A
Más de 35 kV	-	-	-	A

1. Las tensiones 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.

Parte J. Retenidas

922-101. Generalidades.

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 2.00 metros 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 de flameo.** La tensión de flameo en seco de los aisladores debe ser como mínimo el doble de la tensión 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 metros 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 volts, 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 volts 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.

ARTÍCULO 923**LÍNEAS SUBTERRÁNEAS****Parte 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 empresa 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, intensidad de corriente, corriente 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 de 5 kilovolts entre fases o mayor, deben tener una pantalla semiconductor en contacto con el aislamiento y una pantalla metálica no magnética en contacto con dicha pantalla semiconductor.

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. Éstas 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 8.37 mm² (8 AWG) y menores, la conexión puede hacerse trezando 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 volts.

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 valores 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 ampacidad, 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 centímetros 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 0.90 metros y las verticales deben ser como mínimo de 1.80 metros.

b. Se recomienda no instalar 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 que 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 entre fases	Separación
---------------------	------------

kV	metros
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 que 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.

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 mayores a 400 volts 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 puestas 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 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 en el circuito de comunicación no exceda 400 volts 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.

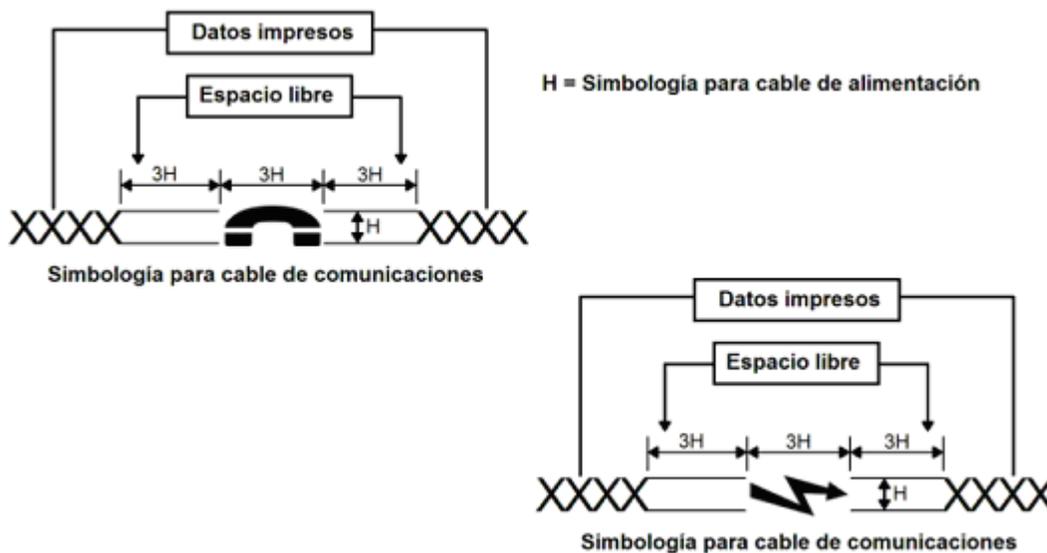


Figura.- 923-3(f)(2)

j) Cables submarinos

1) Trayectoria. Los cables submarinos deben ir enterrados en una trinchera de un metro de profundidad, hasta que se alcancen 10.00 metros de profundidad 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 los que está 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 mantenerse 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 metros sobre el nivel del suelo y cuando menos hasta una profundidad de 30.00 centímetros 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 éstos 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 del equipo, de manera que no se dañen sus cubiertas.

La entrada de los cables a equipos instalados en pedestal debe mantenerse a la profundidad adecuada para su clase de tensión hasta que queden protegidos abajo del pedestal, a menos que se coloque una protección mecánica adecuada.

923-5. Terminales en vía pública.

a) Generalidades. 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 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 nivel básico de aislamiento al impulso, 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 en metros

Lugar de instalación	En líneas con tensión entre conductores	
	Hasta 750 V	De 750 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 mayores a 22 kilovolts, las alturas especificadas en la última columna deben incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolts en exceso de 22 kilovolts.

2. Cuando se instalen terminales de baja tensión en paredes, la altura mínima debe ser de 2.90 metros.

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 a tierra, de acuerdo con el tipo de terminal a utilizar.

2) En las partes vivas expuestas dentro de envoltentes, debe mantenerse la separación o usarse barreras aislantes adecuadas para las tensiones 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) Generalidades. 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.

Excepción: Podrán quedar localizados directamente enterrados para el caso de cables directamente enterrados.

923-7. Equipo subterráneo en vía pública.

a) Generalidades

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 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 mayores a 600 volts 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 primera 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 20 centímetros 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) Generalidades. Las instalaciones en túneles de cables y equipos eléctricos y de comunicación, deben cumplir con los requisitos aplicables de la Parte D del Artículo 110.

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 90 centímetros y vertical de 1.80 metros, dejando una distancia mínima libre de 60 centímetros 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.

Parte B. Obra civil

923-10. Trayectoria.

a) Generalidades

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 dobléz 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).

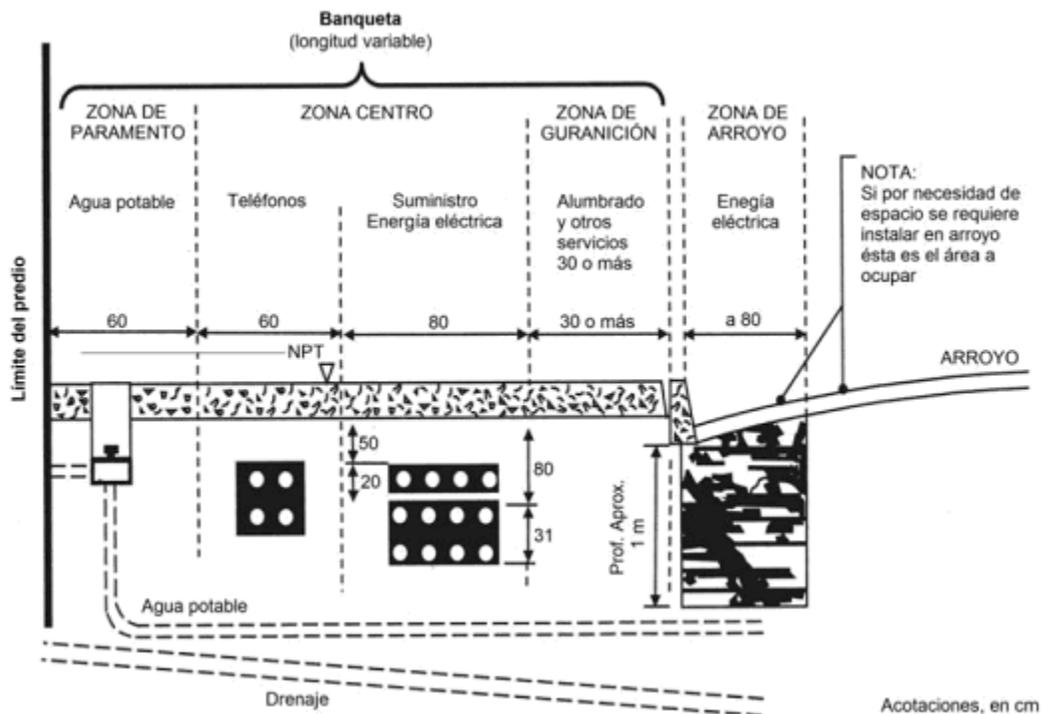


Figura 923-10(a)(3).- Zonificación recomendada de instalaciones en banqueta



Figura 923-10(c).- Banco de ductos a lo largo de autopistas

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 guaración, 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 1.00 metro fuera del acotamiento, como se indica en la Figura 923-10(c).

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.

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 centímetros; cuando la vía del ferrocarril esté localizada en calles o caminos no pavimentados, la profundidad mínima debe ser de 1.30 metros.

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.

923-12. Separación de otras instalaciones subterráneas.

a) Generalidades. 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 923-11.- Profundidad mínima de los ductos o bancos de ductos

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos.	0.30
En lugares transitados por vehículos.	0.50
Bajo carreteras.	1.00
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles pavimentadas.	0.90
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles o caminos no pavimentados.	1.30

1. Cuando se instalen cables para diferentes tensiones en una misma trinchera, los cables de mayor tensión deben estar a mayor profundidad.

2. Los cables submarinos deben enterrarse en una trinchera de 1.00 metro de profundidad hasta alcanzar 10.00 metros de profundidad 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.

3. Cuando no sea posible cumplir con estas profundidades, éstas pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas.

Tabla 923-12(b).- Separación mínima entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas

Medio separador	Separación mínima metros
Tierra compactada	0.30
Tabique	0.10
Concreto	0.05

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 1.00 metro.

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 por ciento para banquetas y a 95 por ciento 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 por ciento.

923-14. Ductos y sus acoplamientos.

a) Generalidades

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 centímetros de profundidad, de forma que no necesita considerarse carga de impacto cuando la profundidad es de 90 centímetros 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 media tensión debe usarse un ducto no metálico por cable y en baja tensión un ducto por circuito.

Excepción: Se permite utilizar hasta tres conductores en una canalización en transiciones aéreo-subterráneas.

2) Los ductos incluyendo sus extremos y dobleces 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 por ciento 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.

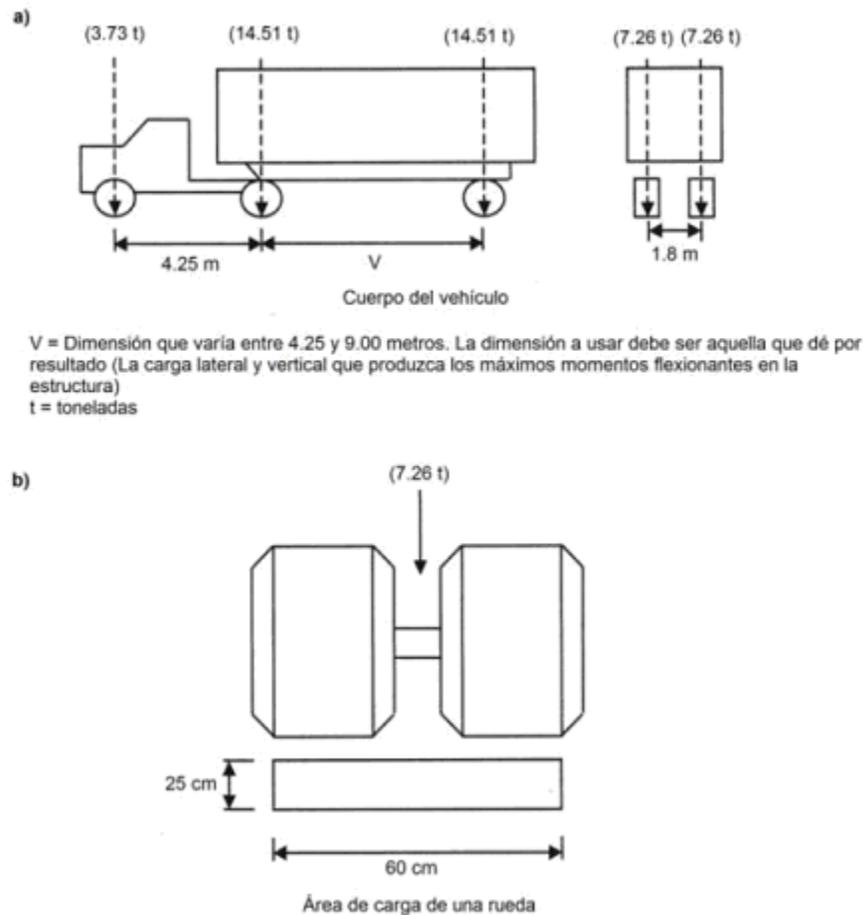


Figura 923-16.- Características del vehículo para determinar la carga dinámica

a) Masa y dimensiones de un vehículo

b) Área de carga de una rueda

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 x 60 centímetros; excepto el caso en que, por las dimensiones del recinto, la estructura y su cubierta deban soportar la carga transmitida por dos ruedas separadas 2.00 metros en línea transversal al eje del vehículo.

Como referencia, la carga dinámica que puede considerarse para el cálculo anterior corresponde a un vehículo cuya masa y dimensiones se indican en (a).

b) En zonas que no tienen tránsito de vehículos debe considerarse una carga dinámica mínima de 15 000 N/m² (15 kilopascales).

c) Las cargas dinámicas deben incrementarse en 30 por ciento 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 0.90 metros y la vertical de 1.80 metros.

En el caso de líneas de comunicación, las dimensiones mínimas de dicho espacio deben ser: la horizontal de 0.80 metros y la vertical de 1.20 metros.

923-18. Acceso a pozos y bóvedas.

a) El acceso a los pozos debe tener un espacio libre mínimo de 56 x 65 centímetros si es rectangular, o de 84 centímetros de diámetro si es circular. En el caso de líneas de comunicación dicho espacio debe ser de 40 x 50 centímetros 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.

ARTÍCULO 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 pública.

Estos requisitos se aplican a toda instalación, en el caso de instalaciones provisionales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que están siendo reestructuradas o reemplazadas), el cumplimiento de alguno de estos requisitos se puede lograr por otros medios, siempre que se brinde la debida seguridad.

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 kilovoltamperes

Abiertas o pedestal, se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio dispositivo de protección contra sobrecorriente.

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 malla, muros o bien en locales especiales para evitar la entrada de personas no calificadas. Los resguardos deben tener una altura mínima de 2.10 metros 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 resistentes al fuego de al menos una hora.

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 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
Áreas de maniobra	160
Áreas de tránsito de personal y vehículos	110
General	22

Excepción 1: No se requiere iluminación permanente en celdas de desconectores 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) **Contactos y unidades de alumbrado.** Los contactos 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 contactos 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 las luminarias y sus conexiones.

e) Alumbrado de emergencia. Debe colocarse en el local, cuando menos, una lámpara para alumbrado de emergencia en 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 por ciento) 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 centímetros de altura deben estar provistos de barreras, de 1.20 metros 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 proporcionar 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 TENSIÓN"

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 portátiles, tantos como sean necesarios en lugares visibles, de fácil acceso, libres de obstáculos y debidamente señalizados, situando dos, cuando menos, a una distancia que no exceda de 15 metros de la entrada de las subestaciones. En tensiones mayores de 1000 volts no se deben utilizar 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 temperaturas 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 mayores de 69 kilovolts, 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 1000 kilovoltamperes, el confinamiento debe ser para una capacidad de 20 por ciento de la capacidad de aceite del equipo y cuando la subestación tiene más de un transformador, una fosa colectora equivalente al 100 por ciento 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 iguales o mayores a 69 kilovolts.

3) Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos, por medio de barreras resistentes al fuego al menos una hora, 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 y corriente del servicio, referentes a la corriente de interrupción y a la capacidad 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 mayores a 69 kilovolts 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 transmiten 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 mayores a 69 kilovolts 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 NOM.

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 codificarlo, 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 250-170.

b) Protección mecánica de los circuitos secundarios cuando los primarios operen a más de 6600 volts. 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 los requisitos 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.

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.

(Continúa en la Décima Sección)