

CAPÍTULO 2 ALAMBRADO Y PROTECCIÓN



Ing. Javier Oropeza
Angeles

Temas del Capítulo 2:

- a. Conductores puestos a tierra
- b. Circuitos derivados
- c. Acometidas
- d. Puesta a tierra y Unión

14^o CONGRESO NACIONAL DE LA NOM-001-SEDE



SIEC 2018
SISTEMA INTEGRADO DE EVALUACIÓN Y CERTIFICACIÓN
CANAME



La norma para la seguridad
de los consumidores mexicanos.

DÉCIMA SEGUNDA REUNIÓN DE ESPECIALISTAS DE
NORMALIZACIÓN 2018

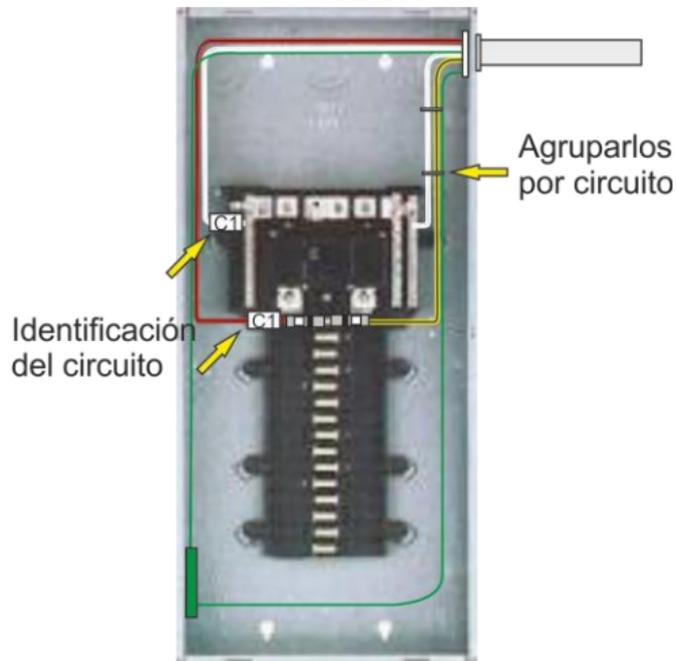


200-4. Conductores **neutros**.

a) Instalación. No debe usarse un conductor neutro **para más de un** circuito derivado, para más de un circuito derivado multiconductor o para más de un conjunto de conductores de fase de un alimentador, a menos que se permita en alguna parte de esta NOM.

b) Circuitos múltiples. Donde haya más de un conductor neutro asociado a diferentes circuitos en un envoltente, los conductores de circuitos puestos a tierra de cada uno de los circuitos **deben estar identificados o agrupados**, a fin de corresponder con el conductor de circuitos no puestos a tierra, mediante marcadores de cables, amarres para cables o medios similares, **en al menos un lugar dentro del envoltente.**

Conductores neutros



210-5. Identificación de los circuitos derivados

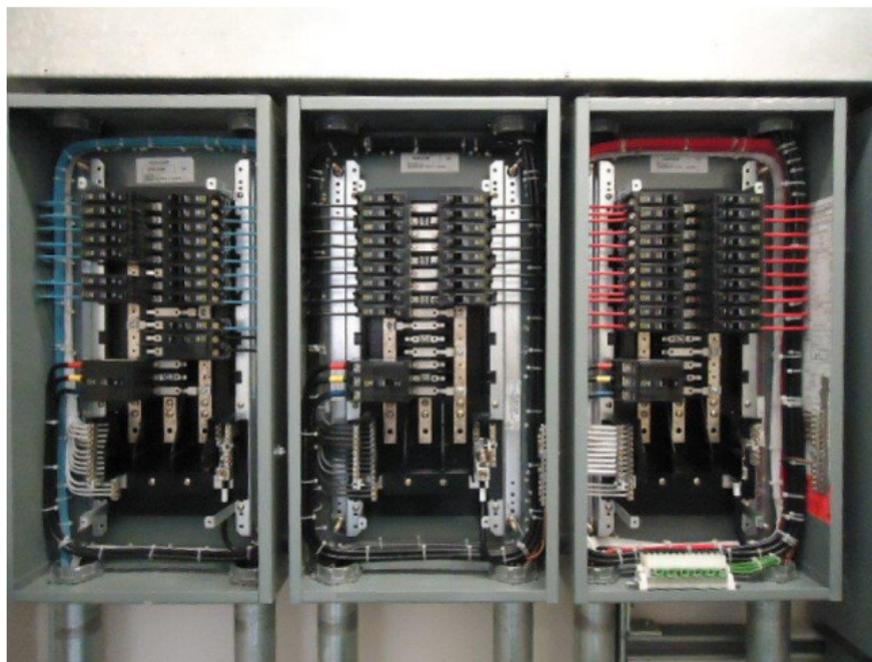
c) Identificación de conductores de fase. Los conductores de fase deben identificarse de acuerdo a 1) o 2), según corresponda.

(1) Circuitos derivados alimentados por más de un sistema de tensión nominal.

a. Medios de identificación. Se permitirá que los medios de identificación sean por métodos como código de color separado, cinta de marcado, tarjeta u otros medios.

- **b. Fijación de medios de identificación.** El método utilizado para marcar los conductores que se originen dentro de cada tablero de distribución del circuito derivado o en un equipo similar de distribución del circuito derivado, **se debe documentar** de manera que esté fácilmente disponible o **se debe fijar** permanentemente a cada tablero de alumbrado y control del circuito derivado o al equipo similar de distribución del circuito derivado. **La etiqueta deberá tener una durabilidad suficiente para soportar el medio ambiente y no deberá escribirse a mano.**





- ▶ **Nuevo**
- ▶ **Excepción:** En las instalaciones existentes en las que ya existan sistemas de tensión y se añada un sistema de voltaje diferente, sólo se permitirá marcar la nueva tensión del sistema. No se requerirá que los sistemas no identificados existentes se identifiquen en cada terminación, conexión y punto de empalme de conformidad con 210-5(c)(1)(a) y (b).
- ▶ **Se deberá** etiquetar en cada equipo del sistema de distribución para identificar que sólo se ha marcado un sistema de voltaje para un nuevo sistema o sistemas. **La nueva etiqueta del sistema incluirá las palabras**
- ▶ **"otros sistemas no identificados en los inmuebles"**.



Nuevo

- **(2) Circuitos derivados alimentados por sistemas de corriente continua.** Donde un circuito derivado sea alimentado por un sistema de corriente continua que **funcione a más de 60 volts**, cada conductor no puesto a tierra de 4 AWG o mayor debe estar identificado **por su polaridad** en todos los puntos de terminación, conexión y empalme mediante cinta de marcado, etiquetado u otro medio aprobado

- ▶ a. **Polaridad positiva, calibres 6 AWG o menores.** Donde la polaridad positiva de un sistema de corriente continua no sirva como el punto de conexión para el conductor puesto a tierra, cada conductor positivo no puesto a tierra debe ser identificado mediante uno de los siguientes medios:



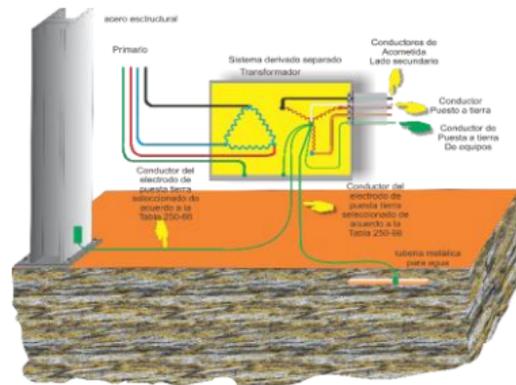
- ▶ (1) **Un acabado exterior continuo rojo**
- ▶ b. **Polaridad negativa, calibres 6 AWG o menores.** Donde la polaridad negativa de un sistema de corriente continua no sirva como el punto de conexión para el conductor puesto a tierra, cada conductor negativo no puesto a tierra debe ser identificado mediante uno de los siguientes medios:



- ▶ (1) **Un acabado exterior continuo negro**

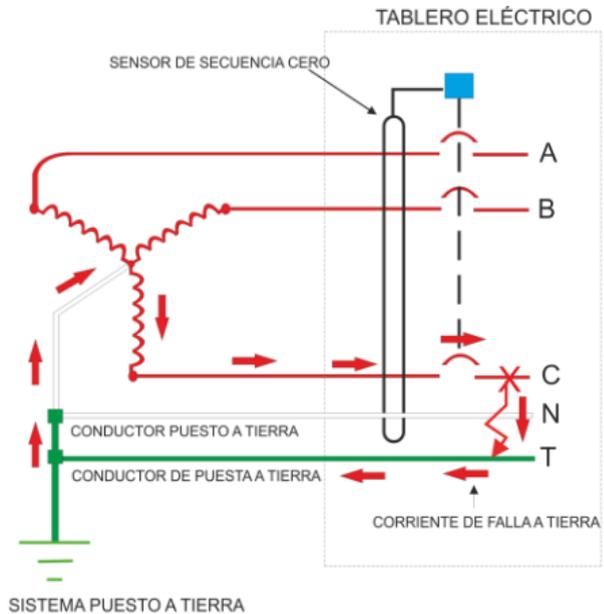
210-13. Equipos de protección contra fallas a tierra. (NUEVO)

- ▶ Cada desconectador de un **circuito derivado de 1000 amperes nominales o más** e instalado en un **sistema en estrella sólidamente puesto a tierra**, con una **tensión a tierra de más de 150 volts**, pero que no exceda de 600 volts entre fases, **debe** estar dotado con equipos de protección contra fallas a tierra, de acuerdo con las disposiciones de la Sección 230-95.
- ▶ **Aplica a Tensiones: 400 V, 440 V, 480 V Hasta 600 volts.**



250-104 (d)(1), (d)(2) Sistemas derivados separados





INSTALACIÓN CORRECTA DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN DE FALLAS A TIERRA

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



a) Unidades de vivienda

(7) Fregaderos. Cuando los contactos se instalen a menos de 1.8 metros del **borde superior interno** de la tarja del fregadero.



(9) Tinas o duchas. Donde se instalen contactos dentro de **1.8 m** del borde exterior de la tina o ducha.



(10) Áreas de lavandería



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

(b) Edificios que no sean vivienda

Todos los **contactos** en instalaciones monofásicas de **150 volts de 50 amperes, o menos y contactos trifásicos de 150 volts a tierra o menos, 100 amperes o menos** instalados en los siguientes lugares **deben** tener protección para el personal con interruptor de circuito con protección de falla a tierra:

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

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

(b) Edificios que no sean vivienda

(5) Fregaderos. Cuando los contactos se instalen a menos de 1.80 metros del borde **interior superior** del recipiente del fregadero.

(6) Instalaciones interiores húmedas.

(7) Vestidores con su correspondiente área de regaderas.

(8) **Garajes, bahías de servicio automotriz y áreas similares que no sean salones de exposición ni antesalas de exhibición de vehículos.**

(9) **Espacios de arrastre - en o por debajo del nivel del piso**

(10) **Porciones o zonas inacabadas del sótano no destinadas a ser locales habitables**



Contactos tipo GFCI



- Sótano



- Garaje



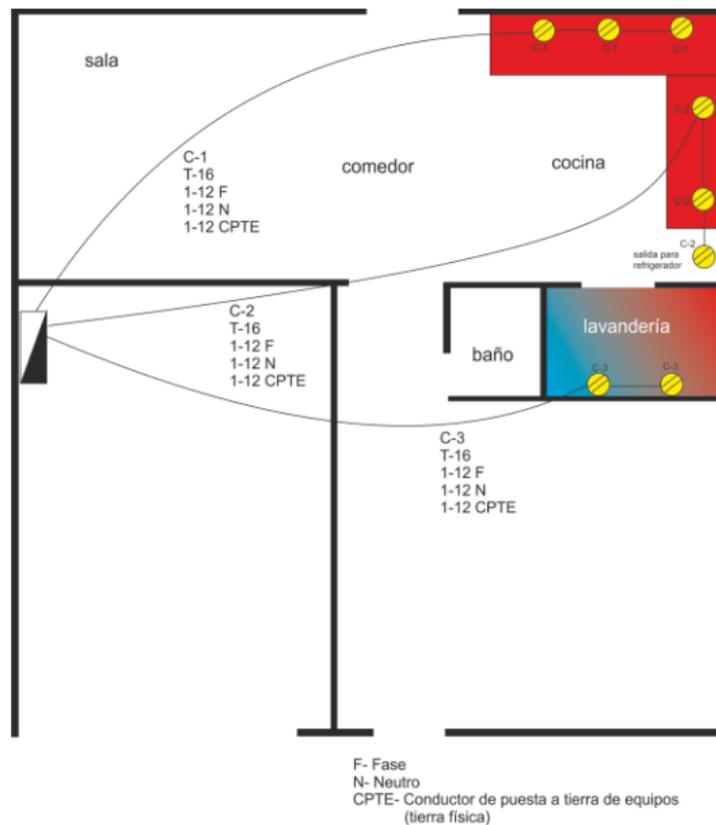
- Bahías de servicio automotriz



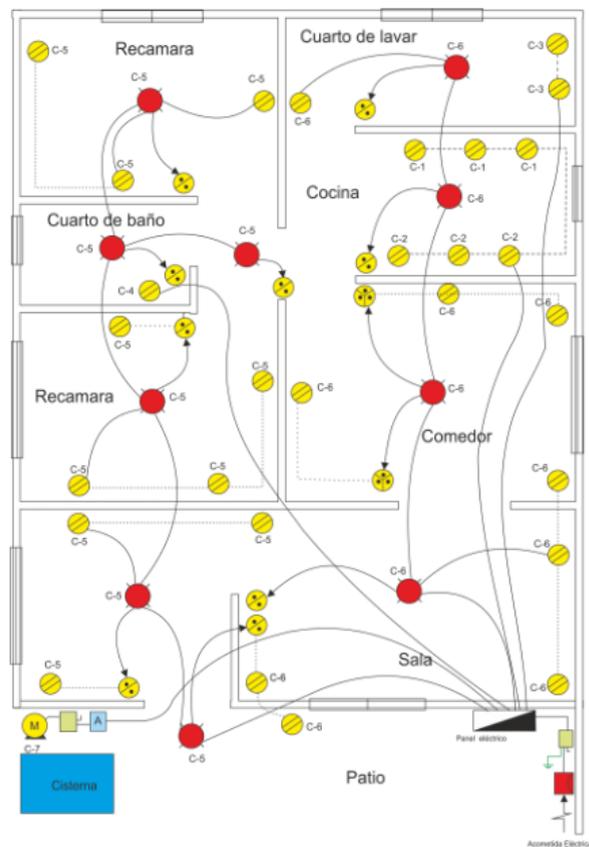
210-11 (c) Circuitos derivados requeridos en unidades de vivienda

Exc 1 para unidades de vivienda de **60 m²**: circuitos derivados mínimos:

- Circuito derivado **1**: aparatos pequeños (cocina)
- Circuito derivado **2**: aparatos pequeños (cocina)
- Circuito derivado **3**: para el área de la lavandería
- Circuito derivado **4**: uso general de alumbrado y contactos.

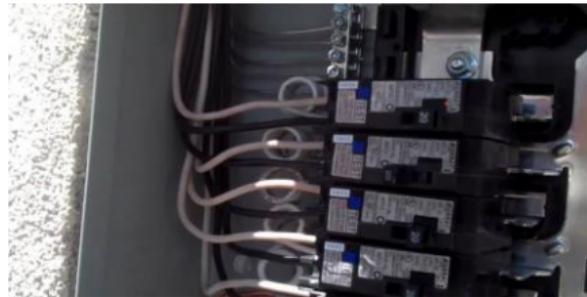


Circuitos derivados mínimos para la cocina y en lavandería



Canalizaciones de los circuitos derivados

210-12. Protección con interruptor de circuito por falla de arco (AFCI). Se puede brindar protección con interruptores de circuito por falla de arco, según lo requerido en (a), (b) y (c) siguientes. El interruptor de circuito por falla de arco se debe instalar en un lugar fácilmente accesible.



a) Unidades de vivienda.

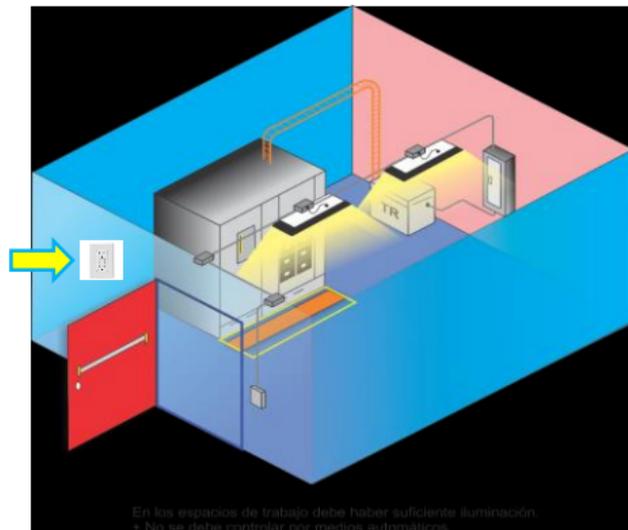
b) Dormitorios

c) Habitaciones y suites para huéspedes. Todos los circuitos de 120 volts, monofásicos, de 15 y 20 amperes que alimentan salidas y dispositivos instalados en **habitaciones y suites de hoteles y moteles** deberán estar protegidos por cualquiera de los medios descritos en 210-12(a)(1) a (6).

**d) Modificaciones o extensiones de circuitos derivados-
Unidades de vivienda y dormitorios.**

210-64. Área del interruptor general

- Debe instalarse al menos una salida de contacto monofásica, de 125 volts y de 15 ó 20 amperes nominales
- en un lugar accesible dentro de los 7.5 m del interruptor general dentro del cuarto.
- La salida de contacto requerida debe estar localizada dentro del mismo cuarto o área del interruptor general.



625-40. Circuito derivado de vehículos eléctricos. Cada salida instalada con el propósito de cargar vehículos eléctricos debe estar alimentada por un circuito derivado individual.

Cada circuito no debe tener otras salidas.



240-6. Capacidades estandarizadas de fusibles e interruptores automáticos.

- **a) Fusibles e interruptores automáticos de disparo fijo.** Los valores de **corriente normalizados** para los fusibles e interruptores automáticos de circuito de tiempo inverso, deberán considerarse como se muestra en la Tabla 240-6(a).

Tabla 240-6(a) Valores de corriente en amperes para fusibles e interruptores automáticos de tiempo inverso.

Valores de corriente normalizados en amperes				
15	16	20	25	30
32	35	40	45	50
60	63	70	75	80
90	100	110	125	150
160	175	200	225	250
300	320	350	400	450
500	600	630	700	800
1000	12000	1250	1600	2000
2500	3000	3200	4000	5000
6000	6300			



Masterpact

NW25 H2 

Ui 1000V	Uimp 12kV
Ue (V)	Icu (kA)
220/440 ~	100
480/690 ~	85
Ics = 100% Icu	
Icw 85kA/1s	cat. B
IEC 60947-2	50/60Hz
UTE VDE BS CEI LNE AS NEMA	

210-71 Salas de reuniones

Área de 93 m² máximo

- Deben tener contactos de 125 V, 15 A o 20 A.
- Contactos en pared fija: separados 1.80 m
- Una salida de contactos mínima en el piso



240-87. Reducción de la energía del arco.

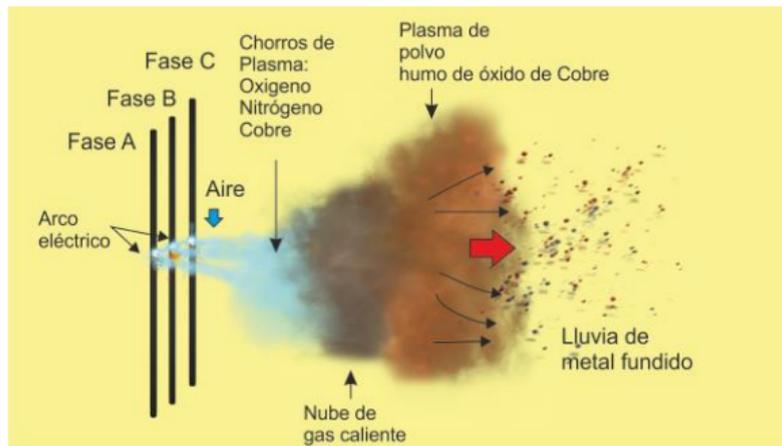
Nuevo

Donde el ajuste de disparo de la corriente continua más alta para la que el dispositivo contra sobrecorriente instalado en un interruptor automático está clasificado o **puede ser ajustado a 1200 Amperes o mayor, debe** aplicarse lo siguiente.

a) Documentación. La documentación estará disponible para los encargados del diseño, operación o inspección de las instalaciones, con respecto a la **ubicación** de los interruptores del circuito.

b) Método para reducir el tiempo de disparo. Se debe proporcionar uno de los medios siguientes:

- (1) Inter-bloqueo de zona selectiva
- (2) Relevador diferencial



Componentes del relámpago de arco (Arc_flash)



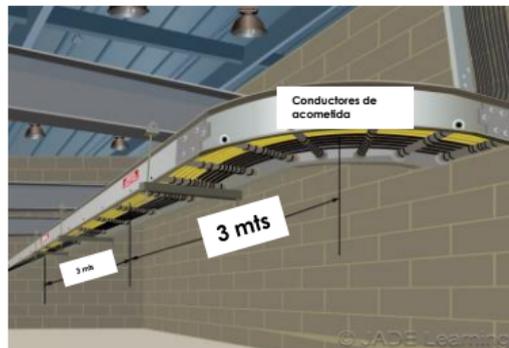
240-87. Reducción de la energía del arco.

- (3) Deshabilitando la función de retardo de tiempo de disparo en el interruptor automático, **mientras se efectúa un mantenimiento y habilitándolo cuando se terminan los trabajos de mantenimiento**. El control del interruptor debe tener un indicador que el disparo retardado está deshabilitado.
- (4) Sistema activo de mitigación de relámpago de arco por reducción de energía
- (5) **Un ajuste de disparo instantáneo** que es menor que la corriente de arco disponible
- (6) **Una anulación instantánea** que es menor que la corriente de arco disponible
- (7) Un medio equivalente aprobado

230-44. Charolas portacables (Adición)

Las charolas portacables deben identificarse permanentemente con etiquetas con la leyenda “conductores de acometida”.

Las etiquetas deberán estar colocadas de tal forma que sean visibles después de la instalación con un espaciamiento que no exceda de 3 m de manera que los conductores de acometida sean fácilmente localizados a lo largo de toda la charola portacables.



230-82. Equipo conectado en el lado línea del medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro.
(Adición nueva)

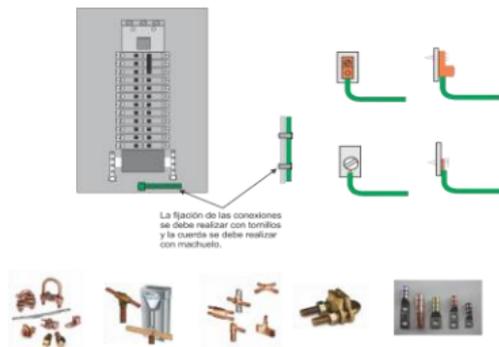
(3)Un interruptor del medio de desconexión del medidor debe ser capaz de interrumpir la carga alimentada. Un desconectador de un medidor debe estar marcado en campo de manera legible en su exterior, y adecuada para el entorno, según se muestra a continuación:

DESCONECTADOR DE MEDIDOR NO ES UN EQUIPO DE ACOMETIDA.



250-8. Conexión del equipo de puesta a tierra y de unión.

- **a) Métodos permitidos.** Los conductores de puesta a tierra, los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión se deben conectar mediante uno **o más** de los siguientes medios:



250.8 Conexión de la puesta a tierra y de unión

250-22. Circuitos que no se deben poner a tierra (Adición nueva)

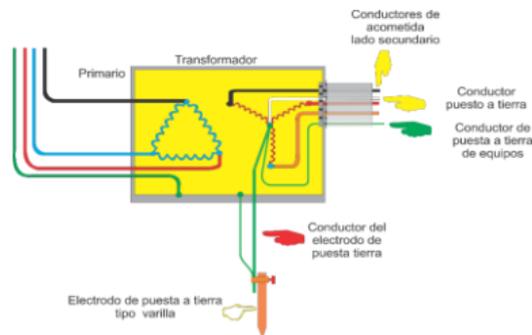
- (6) Circuitos del lado de carga de Clase 2 de sistemas de distribución de la red eléctrica de baja tensión de un cielo raso suspendido, como se establece en 393-60(b)

250-30. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna derivados separados. (Cambio texto)

a) Sistemas puestos a tierra (4) Electrodo de puesta a tierra.

El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o de la estructura se debe utilizar como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado.

Si se encuentra en el exterior, el electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con 250-30(c).



(a)(1) Tubería metálica para agua



(a)(2) Acero estructural del edificio o estructura



(a)(3) Electrodo recubierta de concreto



(a)(4) Anillo de puesta a tierra



(a)(5) Electrodos de varilla y tubería



(a)(6) Electrodo de Placa



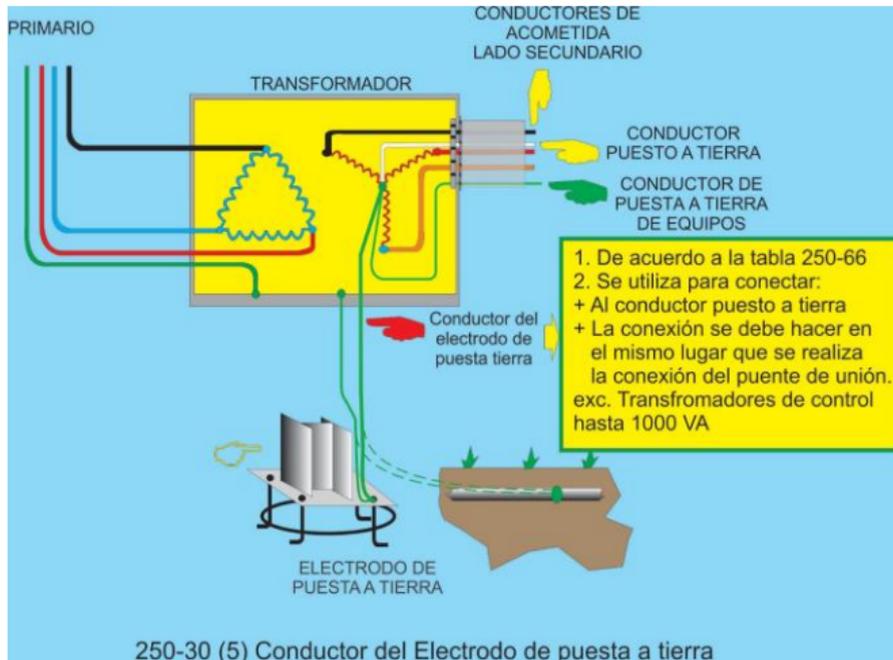
(a)(6) Otros sistemas o estructuras metálicas locales

250-52 Electrodos de puesta a tierra permitidos

5) Conductor del electrodo de puesta a tierra, sistema derivado separado único. El conductor del electrodo de puesta a tierra, para un sistema derivado separado único, **debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66** para los conductores derivados de fase.

El conductor del electrodo de puesta a tierra **se debe usar para conectar** el conductor puesto a tierra del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra, como se especifica en (a)(4) o como se permite en 250-68(c)(1) y (2).

Esta conexión se debe hacer **en el mismo punto** en el sistema derivado separado en donde el puente de unión del sistema está conectado.



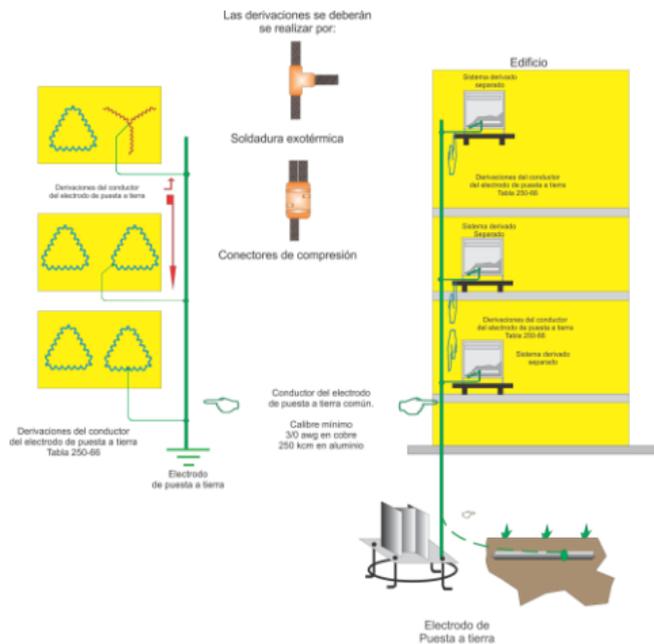
6) Conductor del electrodo de puesta a tierra, múltiples sistemas **derivados separados**

a. Conductor del electrodo de puesta a tierra común. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra común sea uno de los siguientes:

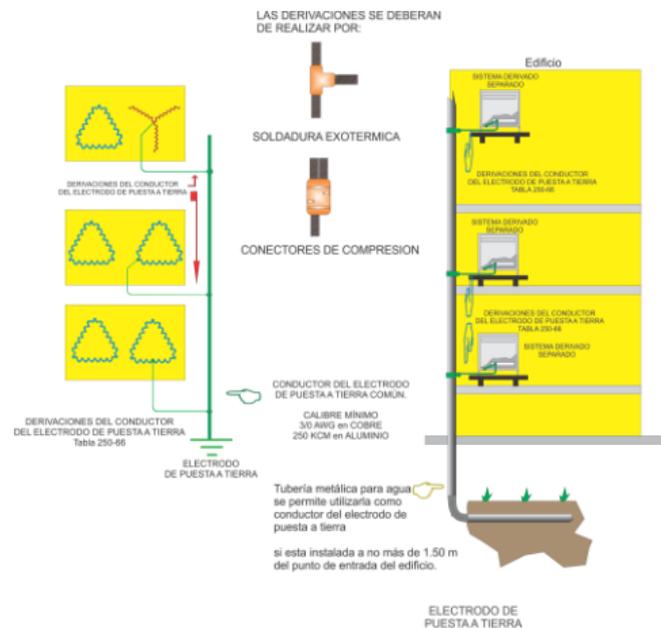
(1) Un conductor no menor al tamaño 85 mm^2 (3/0 AWG) de cobre o de tamaño 250 kcmil de aluminio.

(2) Una tubería metálica de agua que cumpla con la sección 250-68(c)(1)

(3) El acero **estructural** del edificio o estructura que cumpla con 250-68(c)(2) o que esté conectado al sistema de electrodos de puesta a tierra por un conductor de tamaño no menor a 85 mm^2 (3/0 AWG) de cobre o de tamaño no menor a 250 kcmil de aluminio



250-30 (6) (a) Conductor del electrodo de puesta a tierra común.



250-30 (6) (a)(2) Conductor del electrodo de puesta a tierra común.

250-52. Electrodo de puesta a tierra.

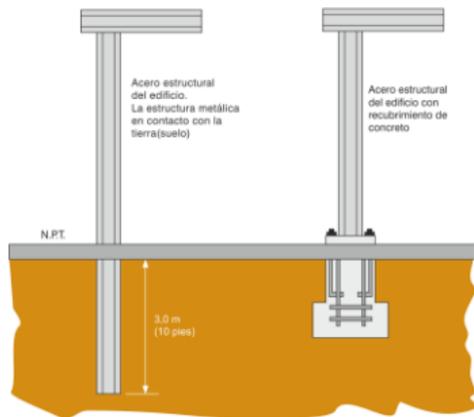
a) Electrodo permitido para puesta a tierra.

(2) Estructura(s) de soporte metálico dentro del suelo. Una o más estructuras metálicas de soporte dentro del suelo en contacto directo con la tierra verticalmente enterradas 3.0 metros o más, con o sin revestimiento de concreto.

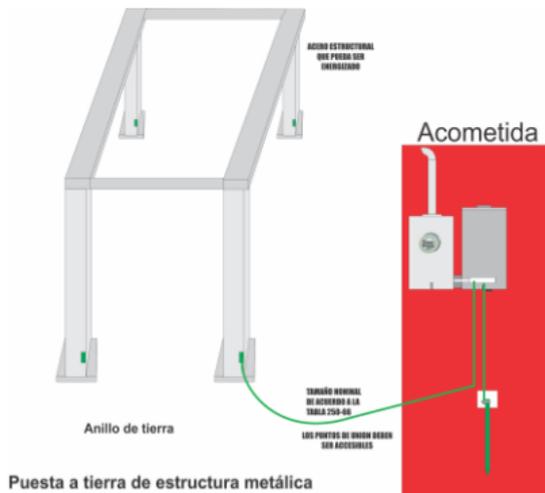
Si en un edificio o en una estructura hay múltiples estructuras metálicas de soporte dentro del suelo, sólo se permite unir una al sistema de electrodos de puesta a tierra.

NOTA: las estructuras de soporte dentro del suelo incluye pero no están limitadas a, pilotes, ademe y otras estructuras metálicas.

250-52 (a)(2) Estructura metálica del edificio o estructura



El acero estructural de un edificio se permite como electrodo de puesta tierra si:
1. Si está en contacto con la tierra 3 m o más con o sin recubrimiento de concreto



b) No permitido para su uso como electrodos de puesta a tierra. Los siguientes sistemas y materiales no se deben utilizar como electrodos de puesta a tierra:

- (1) Sistemas de tubería metálica subterránea para gas.
- (2) Aluminio.
- (3) Las estructuras y el acero de refuerzo estructural descritos en 680-26(b)(1) y (b)(2)
++ Se refiere a Albercas o piscinas

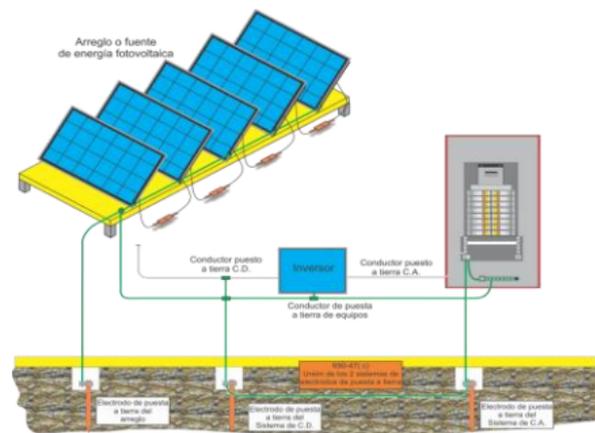
El acero estructural de una piscina esta prohibido que se use como electrodo de puesta a tierra



250-64. Instalación del conductor del electrodo de puesta a tierra

4) En contacto con la Tierra. Los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión de electrodos de puesta a tierra en contacto con la tierra **no deberán cumplir con la sección 300-5**, pero deberán ser enterrados o protegidos de otra forma si están sujetos a daños físicos.

+++ 300-5 se refiere a requisitos de profundidad mínima.



690-47 Sistema del electrodo de puesta a tierra

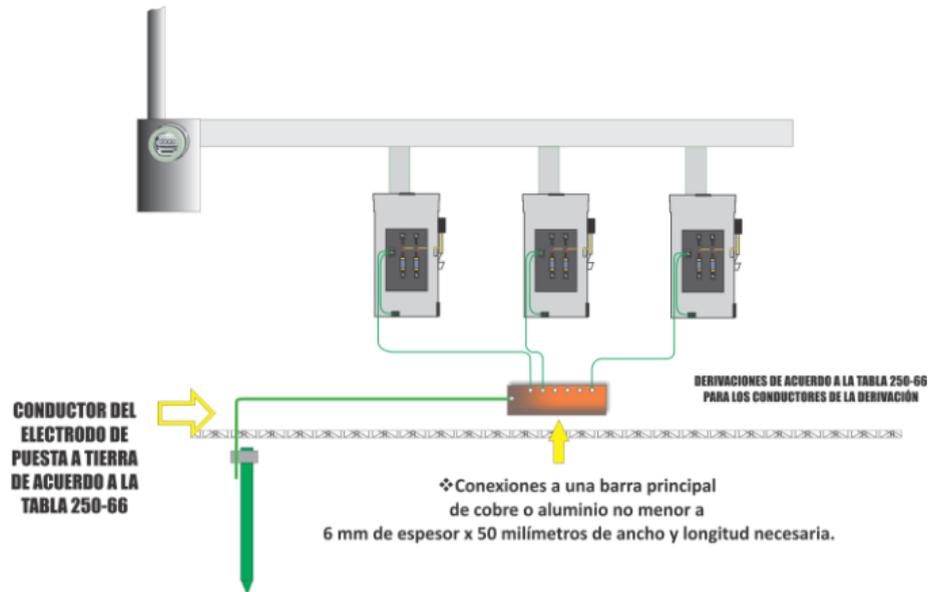
250-64 d)(1) **Edificio o estructura** con medios de desconexión múltiples en envolventes separadas

- Si un edificio o estructura es suministrada por una acometida **o alimentador con dos o más medios de desconexión en envolventes separadas que alimenten a un edificio o estructura**, las conexiones a electrodos de puesta a tierra deben hacerse de acuerdo con uno de los siguientes.

- **1) Conductor común del electrodo de puesta a tierra y derivaciones.**
- Si los conductores de entrada de acometida se conectan **directamente a los conductores de acometida aérea**, a la bajada de acometida, **a los conductores de acometida subterránea o a la acometida lateral**, el conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado según la Tabla 250-66, NOTA 1.

Los conductores derivados se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra común por uno de los siguientes métodos de tal manera que el conductor de puesta a tierra común permanezca sin uniones o empalmes:

- (1) Soldadura exotérmica
- (2) Con conectores adecuados aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión.
- (3) Conexiones a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 milímetros **de espesor** x 50 milímetros de **ancho** y **de una longitud suficiente como para adecuarse al número de terminaciones necesarias para la instalación**. La barra principal se debe asegurar y se instalará en un lugar accesible. Las conexiones se deberán hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica. Si se usan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).



250-64 Acometida con envolventes múltiples del medio de desconexión

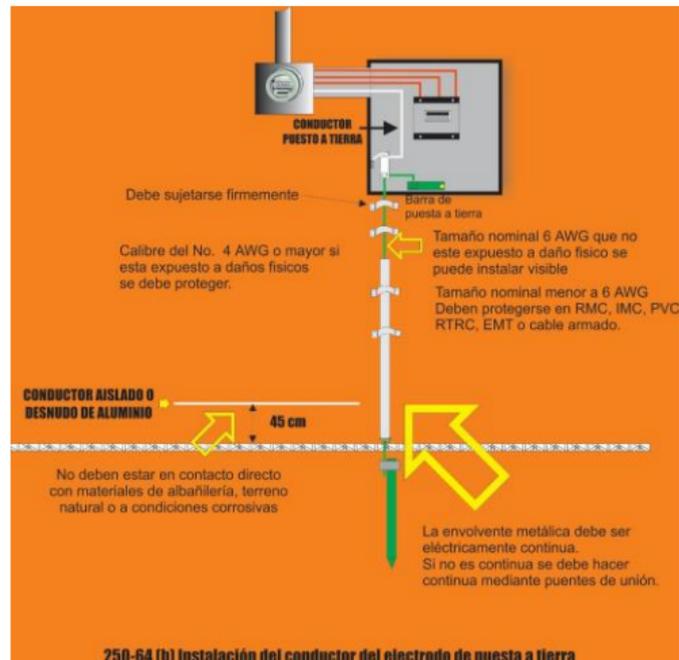
e) **Canalizaciones** y envolventes para los conductores del electrodo de puesta a tierra.

(1) Generalidades. Las **canalizaciones** y envolventes de metal ferroso para los conductores del electrodo de puesta a tierra deben ser eléctricamente continuas desde el punto de fijación a los gabinetes o al equipo, hasta el electrodo de puesta a tierra, y se deben asegurar firmemente a la abrazadera o herraje de puesta a tierra. Las **canalizaciones** y envolventes de metales ferrosos deben estar **unidos** en cada uno de los extremos de la canalización o envoltorio al electrodo de puesta a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra para crear una trayectoria eléctricamente paralela. No se exigirá que las envolventes de metales no ferrosos sean eléctricamente continuas.

(2) Métodos. La unión debe cumplir con 250-92(b) y debe **asegurarse mediante uno de los métodos** descritos en 250-92(b)(2) a (b)(4).

(3) Tamaño

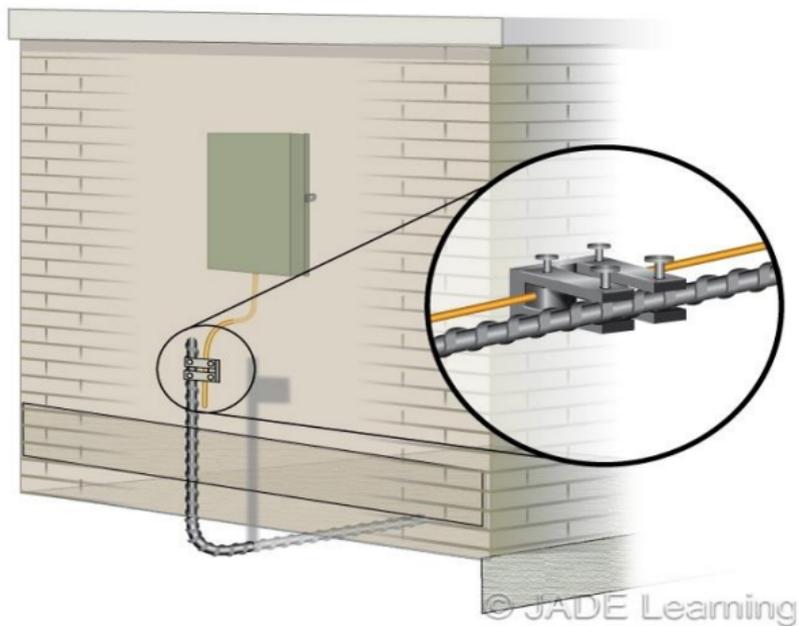
(4) Métodos de cableado.



250-68. Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y del puente de unión a los electrodos de puesta a tierra.

(3) Para la conexión de conductores de electrodo de puesta a tierra y de los puentes de unión se permitirá un electrodo recubierto de concreto armado instalado de acuerdo con 250-52(a)(3) con una sección adicional de varilla corrugada extendida desde su ubicación dentro del concreto a un lugar accesible que no esté sujeto a corrosión.

La extensión de varilla corrugada no debe estar expuesta al contacto con la tierra sin protección contra la corrosión.



250-94. Unión para sistemas de comunicaciones.

Las terminaciones de la unión del sistema de comunicaciones deberán conectarse de acuerdo con (a) o (b).

a) Dispositivo de terminación de la unión entre sistemas. Se debe proporcionar una terminación de unión entre sistemas para conectar los conductores de unión **entre sistemas**, exigidos para otros sistemas, en la parte exterior de las envolventes del equipo de acometida o envoltorio del equipo de medición y en los medios de desconexión para cualquier edificio o estructura adicional. **Esta terminación** entre sistemas debe cumplir con lo siguiente:

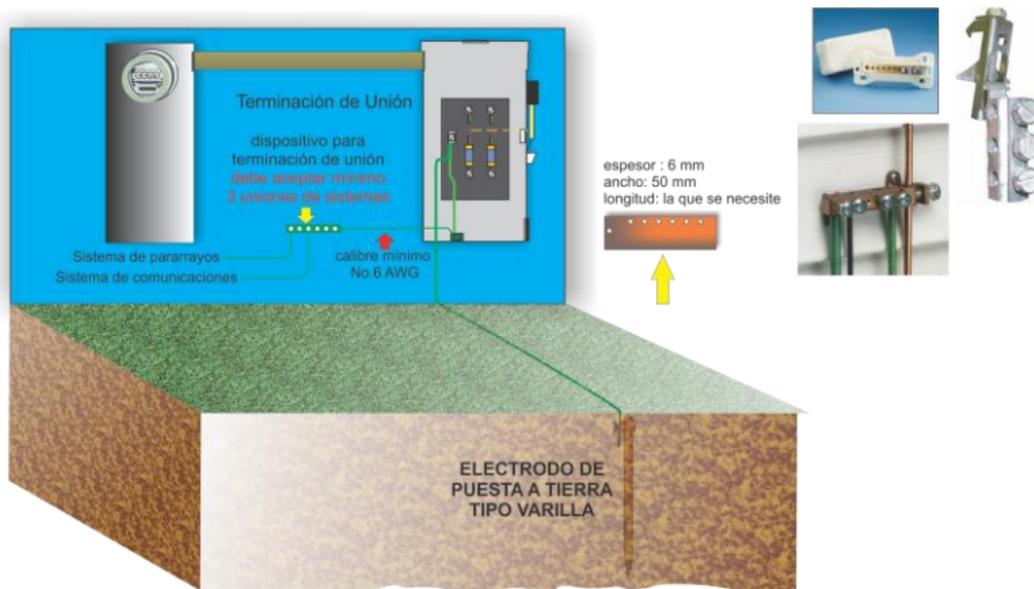


b) Otros medios. Las conexiones a una barra de cobre o de aluminio con no menos de 6 mm de espesor y 50 mm de ancho y con suficiente longitud para conectar al menos 3 terminaciones de sistemas de comunicaciones en adición a otras conexiones. La barra se debe asegurar adecuadamente y debe ser instalada en un lugar accesible. Las conexiones se deben hacer con conectores aprobados. Si se utilizan barras de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

Excepción a (a) y (b). Los medios para conectar los conductores de unión entre sistemas no son requeridos cuando no se utilizan los sistemas de comunicación.

NOTA: el uso de un dispositivo de terminación de unión entre sistemas puede reducir el ruido eléctrico en los sistemas de comunicación.

Unión con otros sistemas



(nuevo) 250-102. Conductores puestos a tierra, conductores de unión y puentes de unión.

a) Material. Los puentes de unión de equipos deben ser de cobre, aluminio o de otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión debe ser un alambre, una barra, un tornillo o un conductor similar adecuado.

b) Fijación. Los puentes de unión se deben fijar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de 250-8 para circuitos y equipo y por 250-70 para electrodos de puesta a tierra.

c) Tamaño. Puentes de unión del lado del suministro.

1) Tamaño para conductores en el lado del suministro en una sola canalización o cable. Tabla 250-102(c)(1).

2) Tamaño para instalaciones de conductores en paralelo en dos o más canalizaciones o cables. Cuando los conductores de acometida de fase están conectados en paralelo en dos o más canalizaciones o cables y un puente de unión individual del lado de la alimentación es utilizado para la unión de estas canalizaciones o cables, el tamaño del puente de unión individual del lado de la alimentación **para cada** canalización o cable **debe ser seleccionado de acuerdo a la Tabla 250-102(c)(1)**, basado en el tamaño de los conductores de fase de acometida en cada canalización o cable. El tamaño de un puente de unión del lado de la alimentación que es instalado para la unión de dos o más canalizaciones o cables, debe estar de acuerdo a 250-102(c)(1).

- **NOTA:** El Término “conductor de alimentación” incluye a los conductores no puestos a tierra que no cuentan con protección contra sobrecorriente sobre su lado de alimentación y terminan en el equipo de acometida o en el primer medio de desconexión de un sistema derivado separado.

Nueva tabla, del Artículo 250 Puesta a Tierra y Unión

Tabla 250-102(c)(1) Conductor puesto a tierra, puente de unión principal, puente de unión del sistema y puente de unión del lado de la alimentación para sistemas de corriente alterna

Tamaño del mayor conductor no puesto a tierra o área equivalente para conductores en paralelo				Tamaño del conductor puesto a tierra o puente de unión *			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio *	
mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a 557.38	Más de 600 a 1100	Más de 456 a 887	Más de 900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	Ver Notas 1 y 2			

- ▶ *Para los fines de esta tabla, el término “puente de unión” se refiere a los puentes de unión principales, a los puentes de unión del sistema y a los puentes de unión del lado de la alimentación.

250-112. Equipo específico sujetado en su lugar o conectado por métodos de alambrado permanentes (fijos).

a) Gabinetes de **tableros de distribución, tableros de potencia con envolventes metálicas y estructuras**. Los gabinetes de tableros de distribución, tableros de potencia con envolventes metálicas y estructuras que soportan equipo de desconexión, excepto los gabinetes de **tableros de distribución o tableros de potencia con envolventes metálicas** de corriente continua de 2 hilos,

250-119. Identificación de conductores de puesta a tierra de equipos.

Excepción 2: Debe permitirse que los cordones flexibles con un aislamiento **integral y chaqueta**, sin un conductor de puesta a tierra del equipo, **tenga un acabado exterior continuo que sea verde.**

Excepción 3: Debe permitirse que los conductores con aislamiento de color verde **se utilicen como conductores de señales no puestos a tierra**, donde estén instalados entre las terminaciones de salida de los cabezales de control de **señales de tránsito** e indicadores de señales de tránsito. Los circuitos de señalización instalados de acuerdo con lo descrito en esta excepción deben incluir un conductor de puesta a tierra del equipo que cumpla con lo establecido en la sección 250-118. Los conductores de tipo cable de puesta a tierra de equipos tipo alambre deben ser desnudos o tener un aislamiento o cubierta que sea verde, con una o más franjas amarillas.

250-119. Identificación de conductores de puesta a tierra de equipos.

a) Conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y mayores. Los conductores de puesta a tierra del equipo de tamaño 21.2 mm² 4 (AWG) y mayores deben cumplir con lo siguiente:

(1) Se permitirá que un conductor con aislamiento o cubierto, de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y mayor que se identifique en forma permanente en el momento de la instalación, como un conductor de puesta a tierra de equipos, en cada extremo y en todo lugar en donde el conductor sea accesible.

c) Cordón flexible. Los conductores de puesta a tierra en cordones flexibles deberán estar aislados y tendrán un acabado exterior continuo verde, o verde con una o más franjas amarillas.

250-122. Tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos

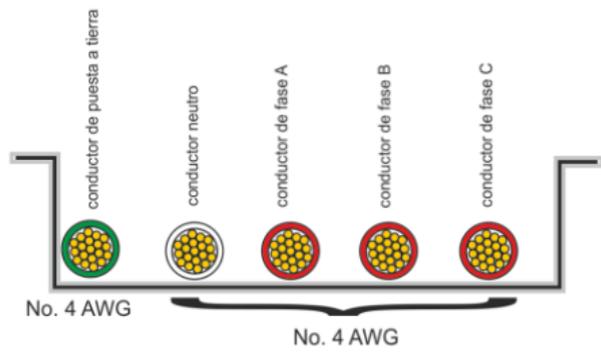
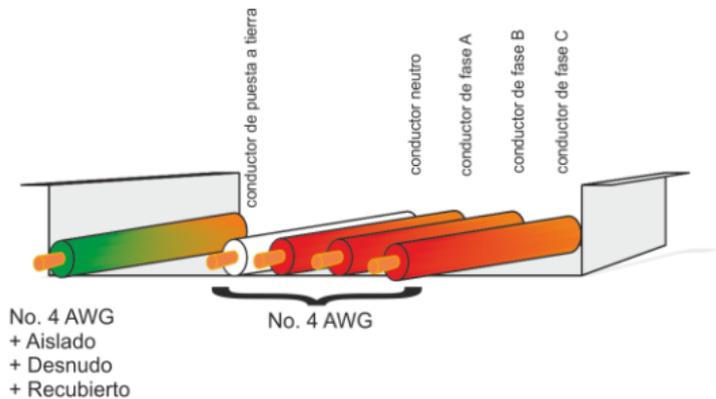
- **b) Incremento en el tamaño.** Cuando se incrementa el tamaño de los conductores de fase, **del tamaño mínimo que tiene una ampacidad suficiente para la instalación prevista**, los conductores de puesta a tierra de equipos **tipo alambre**, si hay instalados, se debe incrementar el tamaño de los conductores, proporcionalmente al área en mm^2 o kcmil de los conductores de fase.
- Ejemplo de aplicación: cuando se incrementa el tamaño del conductor **por caída de tensión, por criterio.**

250-122 f) Conductores en paralelo.

- Para circuitos de conductores instalados en paralelo como se permite en 310-10(h), los conductores de puesta a tierra de equipos, se deben instalar de acuerdo con (1) o (2) siguientes.

1) Instalación de los conductores en canalizaciones, canales auxiliares o charolas portacables.

(a) *Una canalización o charola portacables.* Si se instalan conductores en paralelo en la misma canalización o en la misma charola portacables, **se permitirá un solo conductor tipo alambre como conductor de puesta a tierra del equipo. El conductor de puesta a tierra del equipo tipo alambre deberá dimensionarse de acuerdo con 250-122**, basado en el dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador o circuito derivado. Los conductores de puesta a tierra del equipo instalados en charolas portacables deben cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c). Se permitirán canalizaciones metálicas o canales auxiliares según 250-118 o charolas portacables que cumplen con 392-60(b) como conductor de puesta a tierra del equipo.



392-10 (b) Tamaño mínimo de un cable de un solo conductor que se permite instalar en charolas portables

(b) *Canalizaciones múltiples.* Si se instalan conductores en paralelo en canalizaciones múltiples, los conductores de puesta a tierra del equipo tipo alambre, cuando se usen, **se instalarán en paralelo en cada canalización.**

El conductor de puesta a tierra del equipo instalado en cada canalización debe dimensionarse de acuerdo con la sección 250-122, basado en el dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador o circuito derivado.

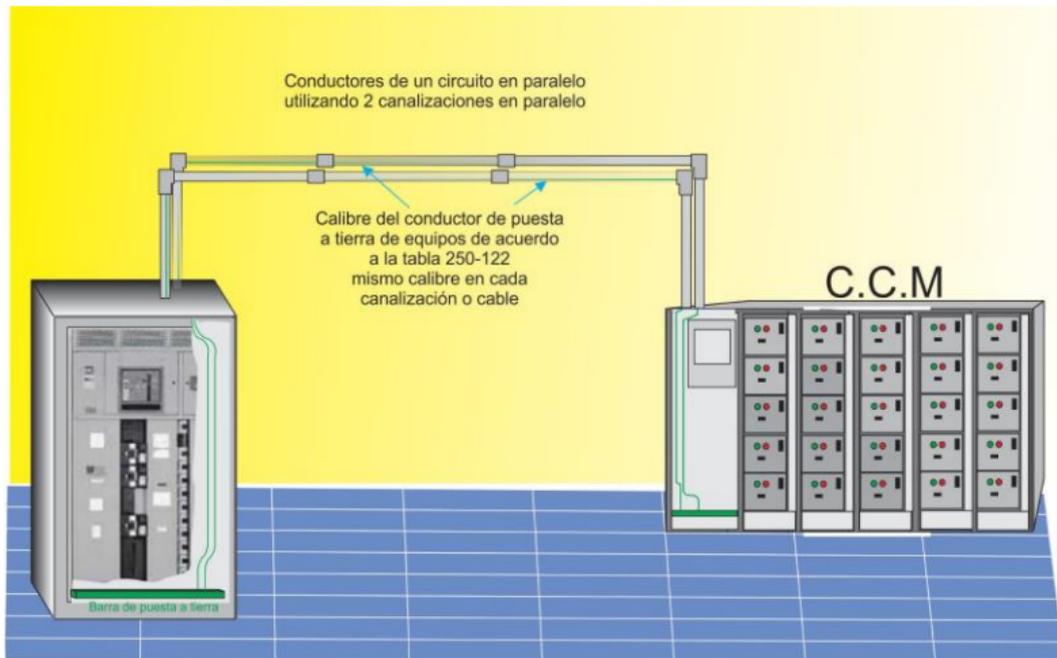
Se permitirán canalizaciones metálicas o canales auxiliares según 250-118 o charolas portacables que cumplen con 392-60(b) como conductor de puesta a tierra del equipo.

Conductores de un circuito en paralelo
utilizando 2 canalizaciones en paralelo

Calibre del conductor de puesta
a tierra de equipos de acuerdo
a la tabla 250-122
mismo calibre en cada
canalización o cable

C.C.M

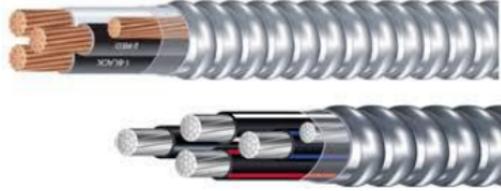
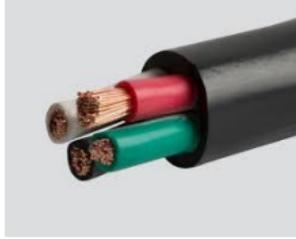
Barra de puesta a tierra



(2) Cables Multiconductores.

a) Si los cables multiconductores se instalan en paralelo, el conductor o los conductores de puesta a tierra del equipo **en cada cable se conectarán en paralelo.**

b) Si se instalan cables multiconductores en paralelo en la misma canalización, en la canal auxiliar o en la charola portacables, se permitirá un solo conductor de puesta a tierra de equipos **dimensionado de acuerdo con 250-122 en combinación con los conductores de puesta a tierra de equipos dentro del cable multiconductor** y todos estarán conectados entre sí.



250-146. Conexión de la terminal de puesta a tierra del contacto a la caja.

- d) Contactos con **puesta a tierra** aislados



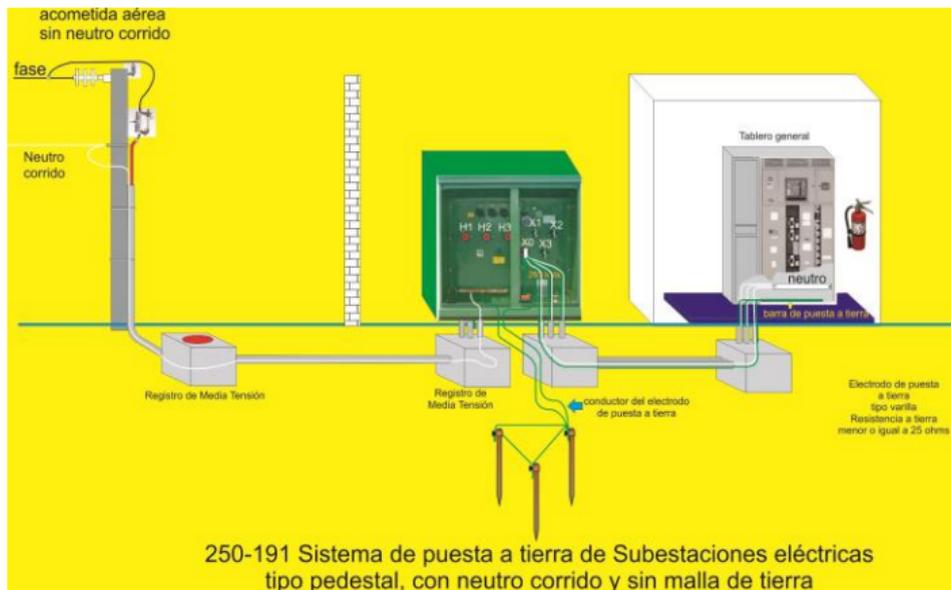
250-148. Continuidad y fijación de los conductores de puesta a tierra de equipos a las cajas.

- Si los conductores del circuito están empalmados dentro de una caja o terminan dentro o soportado por una caja en un equipo, todos los conductores de puesta a tierra de equipos asociados con cualquiera de esos conductores del circuito, se deben conectar dentro de la caja o a la caja con los dispositivos adecuados para el uso, según 250-8 y (a) hasta (e).

250-186. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna proporcionados por la empresa de servicio (nuevo)

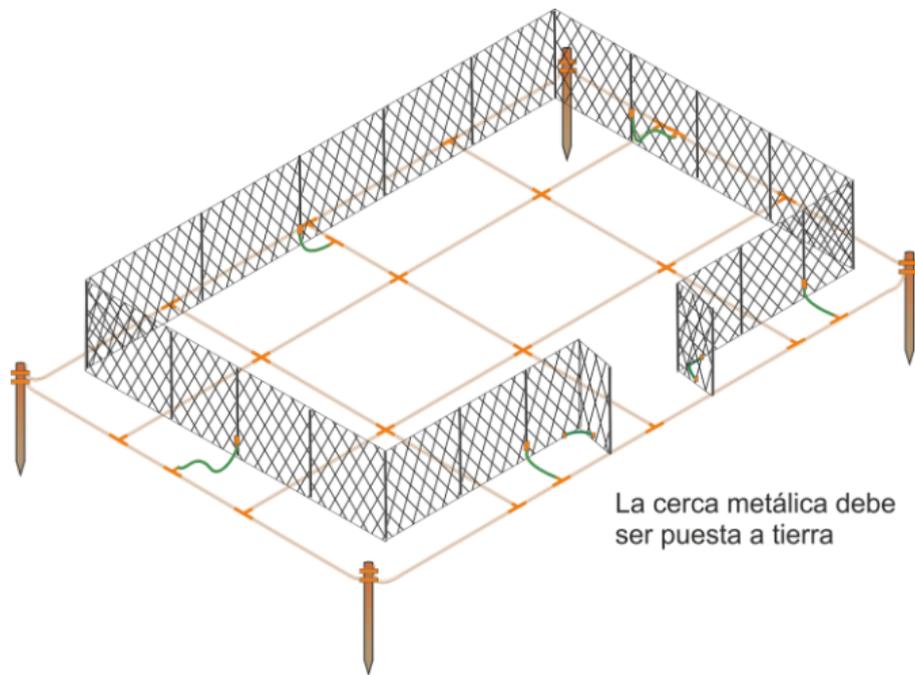
a) Sistemas con un conductor puesto a tierra en el punto de acometida.

Donde un sistema de corriente alterna que funciona a más de 1000 volts está puesto a tierra en cualquier punto y **está provisto de un conductor puesto a tierra en el punto de acometida, deben instalarse uno o más conductores puestos a tierra y se deben llevar** con los conductores no puestos a tierra **hasta cada medio de desconexión de la acometida** y se deben conectar a cada terminal o barra principal del conductor puesto a tierra del medio de desconexión.



250-194. Puesta a tierra y unión de cercas y otras estructuras metálicas. (nuevo)

- Las cercas metálicas que encierren, y otras estructuras metálicas en o alrededor de una subestación con equipos y conductores eléctricos expuestos **deben ser puestas a tierra y unidas para limitar las tensiones de paso, de contacto y de transferencia.**
- **a) Cercas metálicas.** Donde haya cercas metálicas colocadas **dentro de los 5 m** de equipos o conductores eléctricos expuestos, la cerca debe estar unida al sistema de electrodos de puesta a tierra con puentes de unión de tipo cable, de la siguiente manera:



La cerca metálica debe ser puesta a tierra

Cerca metálica dentro de la malla de tierra

- (1) Los puentes de unión se deben instalar **en cada una de las esquinas de la cerca** y a intervalos máximos de **50 m** a lo largo de la cerca.
- (2) Donde conductores aéreos desnudos **cruzen la cerca**, los **puentes de unión** se deben instalar **a cada lado** del cruce.
- (3) Las puertas deben estar unidas al poste de soporte de la salida y cada poste de soporte de la salida debe estar unido al sistema de electrodos de puesta a tierra.
- (4) Todas las puertas u otras aberturas de la cerca **deben estar unidas** a través de la abertura mediante un **puente de unión enterrado**.

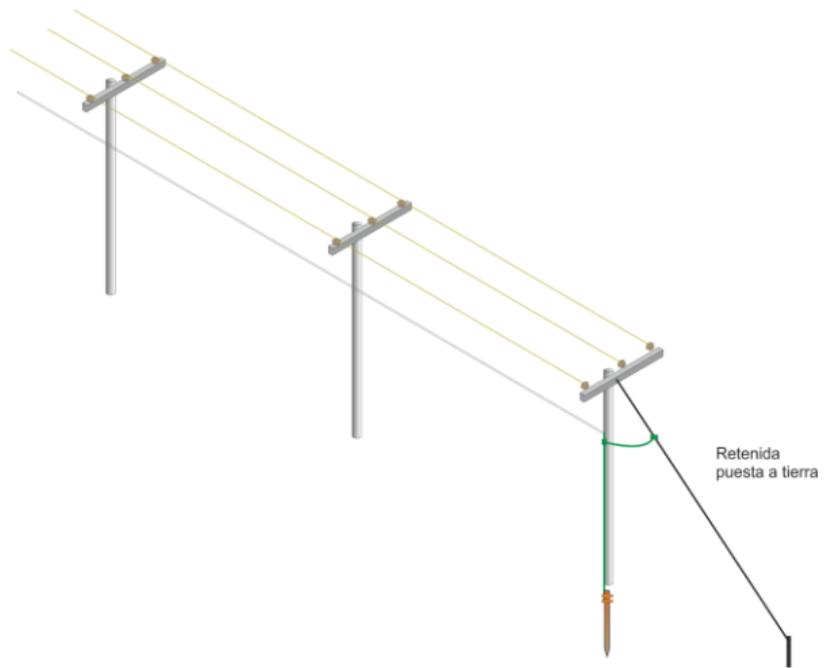
5) La malla de puesta a tierra o los sistemas de electrodos de puesta a tierra deben extenderse para **cubrir la oscilación** de todas las puertas.

(6) **Los hilos de alambre de púas** situados encima de la cerca deben estar unidos al sistema de electrodos de puesta a tierra.

Deben permitirse diseños alternativos elaborados con la supervisión de la ingeniería para la puesta a tierra o la unión de cercas metálicas.

NOTA: Una sección o cerca no conductora pueden proporcionar aislamiento para la **transferencia de tensión** a otras áreas.

- **b) Estructuras metálicas.** Todas las estructuras metálicas conductoras expuestas, incluidos los cables de la retenida que estén dentro de **2.5 m verticalmente o 5 m horizontalmente** de equipos o conductores expuestos y **sujetos al contacto de personas**, deben estar unidos a los sistemas de electrodos de puesta a tierra del área.



Preguntas?

¡Gracias!