

## ARTÍCULO 250 PUESTA A TIERRA Y UNION

### A. Generalidades

**250-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos generales para la puesta a tierra y unión de instalaciones eléctricas y los requisitos específicos indicados en (a) hasta (f).

- a) Sistemas, circuitos y equipos en los que se exige, se permite o no se permite que estén puestos a tierra.
- b) El conductor del circuito que debe ser puesto a tierra en sistemas puestos a tierra.
- c) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.
- d) Tipos y tamaños de los conductores de unión y de puesta a tierra y electrodos de puesta a tierra.
- e) Métodos de puesta a tierra y unión.

f) Condiciones bajo las cuales los protectores, la separación o el aislamiento eléctrico pueden ser sustituidos por la puesta a tierra.

**NOTA:** Ver la Figura 250-1 con respecto a información sobre la organización del Artículo 250 que comprende los requisitos de puesta a tierra y unión.

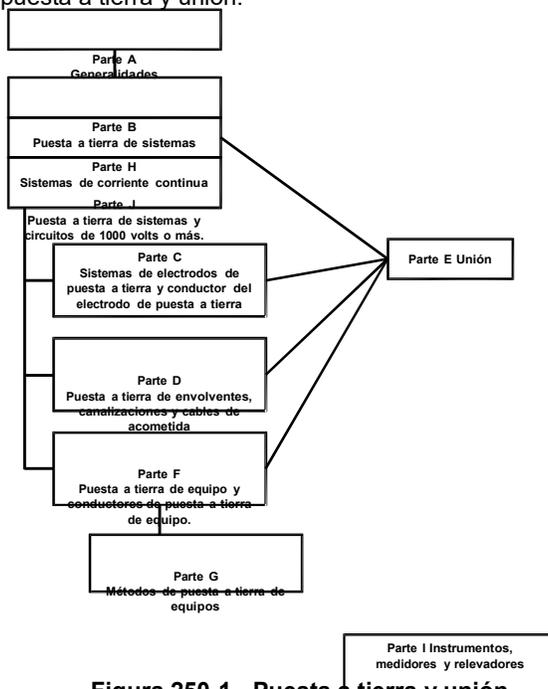


Figura 250-1.- Puesta a tierra y unión

### 250-2. Definiciones.

**Puente de unión, lado línea.** Un conductor instalado del lado del suministro de una acometida o en las envolventes del equipo de acometida, o de un sistema derivado separado, que asegura la conductividad eléctrica requerida entre las partes metálicas que se requiere que estén conectadas eléctricamente.

**Trayectoria de la corriente de falla a tierra.** Trayectoria eléctricamente conductora desde el punto de falla a tierra en un sistema de alambrado a través de conductores o equipo que normalmente no transportan corriente o la tierra, hasta la fuente de alimentación eléctrica.

**NOTA:** Ejemplos de trayectorias de corriente de falla a tierra podrían consistir en cualquier combinación de conductores de puesta a tierra de equipos, canalizaciones metálicas, cubiertas metálicas de cables, equipo eléctrico y cualquier otro material eléctricamente conductor tal como tuberías metálicas de agua y gas, elementos estructurales de acero, mallas metálicas para recubrimiento de paredes, ductos metálicos, refuerzos de acero, blindajes de cables de comunicaciones y la propia tierra.

**Trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra.** Trayectoria construida intencionalmente, eléctricamente conductora, de baja impedancia, diseñada para transportar la corriente bajo condiciones de falla a tierra desde el punto de falla a tierra en un sistema de alambrado hasta la fuente de alimentación eléctrica y que facilita el funcionamiento del dispositivo de protección contra sobrecorriente o de los detectores de falla a tierra en sistemas puestos a tierra de alta impedancia.

**250-3. Aplicación de otros Artículos.** Para otros Artículos que aplican a casos particulares de instalación de conductores y equipo, en la Tabla 250-3 se identifican los requisitos de puesta a tierra y unión que son adicionales o modifican a los de este Artículo.

**Tabla 250-3.- Requisitos adicionales de unión y puesta a tierra**

Conductor/Equipo	Artículo	Sección
Acometidas	230	
Albercas, fuentes e instalaciones similares	680	
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600	
Bucle cerrado y distribución programada de potencia		780-3
Cajas de salida, de dispositivos, de jalado y de empalmes, caja de conexiones y herrajes		314-4, 314-25
Capacitores		460-10, 460-27
Casas móviles y estacionamientos para casas móviles	550	
Celdas electrolíticas	668	
Charolas portacables	392	392-60
Circuitos de comunicaciones	800	
Circuitos derivados		210-5, 210-6, 406-3
Circuitos y equipos que operan a menos de 50 volts	720	
Conductores para alambrado general	310	
Contactos del tipo de puesta a tierra, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión		406-9
Contactos y conectores de cordón		406-3
Cordones y cables flexibles		400-22, 400-23
Cuerpos de agua naturales y artificiales	682	682-30, 682-31, 682-32, 682-33
Construcciones agrícolas		547-9 y 547-10
Construcciones flotantes		553-8, 553-10, 553-11

Conductor/Equipo	Artículo	Sección
Elevadores, montaplatos, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de sillas de ruedas y elevadores para sillas de ruedas	620	
Ensamble de cables con aislamiento en envolvente metálica		370-9
Equipo de calentamiento dieléctrico y por inducción	665	
Equipo de radio y televisión	810	
Equipo de rayos X	660	517-78
Equipo de tecnología de la información		645-15
Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve		426-27
Equipo fijo de calefacción eléctrica, para tuberías y recipientes		427-29, 427-48
Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio		640-7
Estudios de cine y televisión y lugares similares		530-20, 530- 64(b)
Grúas y montacargas	610	
Instituciones del cuidado de la salud	517	
Interruptores		404-12
Lugares peligrosos (clasificados)	500-517	
Luminarias y equipo de iluminación		410-40, 410-42, 410-46, 410- 155(b)
Luminarias, portalámparas y lámparas	410	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de irrigación impulsadas o controladas eléctricamente		675-11(c), 675- 12, 675-13, 675-14, 675-15
Marinas y muelles		555-15
Métodos de alambrado subterráneo para más de 600 volts		300-50(c)
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Organos de tubos	650	
Tableros de distribución		408-40
Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión		820-93, 820- 100, 820-103
Sistemas intrínsecamente seguros		504-5
Sistemas solares fotovoltaicos		690-41, 690-42, 690-43, 690-45, 690-47
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control		408-3(d)
Teatros, áreas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-81
Transformadores y bóvedas de transformadores		450-10
Uso e identificación de conductores puestos a tierra	200	
Vehículos de recreo y estacionamientos para vehículos de recreo	551	

(Continúa en la Segunda Sección-Vespertina)

## SEGUNDA SECCION

### SECRETARIA DE ENERGIA

(Viene de la Primera Sección-Vespertina)

**250-4. Requisitos generales para puesta a tierra y unión.** Los siguientes requisitos generales identifican lo que se exige que cumplan la puesta a tierra y unión de los sistemas eléctricos.

**a) Sistemas puestos a tierra.**

**1) Puesta a tierra de los sistemas eléctricos.** Los sistemas eléctricos que son puestos a tierra se deben conectar a tierra de manera que limiten la tensión impuesta por descargas atmosféricas, sobretensiones en la línea, o contacto no intencional con líneas de tensión mayor y que establezcan la tensión a tierra durante la operación normal.

**NOTA:** Una consideración importante para limitar la tensión impuesta es el direccionar los conductores de unión y del electrodo de puesta a tierra, de modo tal que no sean más largos de lo necesario para completar la conexión sin perturbar las partes permanentes de la instalación, así como evitar dobleces y bucles innecesarios.

**2) Puesta a tierra del equipo eléctrico.** Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra en estos materiales.

**3) Unión en el equipo eléctrico.** Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

**4) Unión de materiales eléctricamente conductivos y otros equipos.** Los materiales eléctricamente conductivos que normalmente no transportan corriente, que tienen probabilidad de energizarse, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

**5) Trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra.** Los equipos y el alambrado eléctrico y otros materiales eléctricamente conductivos que tienen la probabilidad de energizarse, se deben instalar de forma que establezcan un circuito de baja impedancia, que facilite la operación del dispositivo de protección contra sobrecorriente o del detector de falla a tierra para sistemas puestos a tierra a través de una alta impedancia. Deben tener la capacidad de transportar con seguridad la corriente máxima de falla a tierra que probablemente sea impuesta sobre él desde cualquier punto del sistema de alambrado en donde pueda ocurrir una falla a tierra hasta la fuente de alimentación eléctrica. La tierra no se debe considerar como una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

**b) Sistemas no puestos a tierra.**

**1) Puesta a tierra del equipo eléctrico.** Los materiales conductivos que no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra impuesta por descargas atmosféricas o contacto no intencional con líneas de mayor tensión y limitar la tensión a tierra en estos materiales.

**2) Unión del equipo eléctrico.** Los materiales conductivos que no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, se deben conectar entre sí y al equipo puesto a tierra del sistema de alimentación, de manera que establezcan una trayectoria de baja impedancia para la corriente de falla a tierra, y que sean capaces de transportar la máxima corriente de falla que probablemente sea impuesta sobre ellos.

**3) Unión de materiales eléctricamente conductivos y otros equipos.** Los materiales eléctricamente conductivos que tienen probabilidad de energizarse, se deben conectar entre sí y al equipo puesto a tierra del sistema de alimentación, de manera que establezcan una trayectoria de baja impedancia para la corriente de falla a tierra, y que tenga la capacidad de transportar la máxima corriente de falla, que probablemente sea impuesta sobre ellos.

**4) Trayectoria para la corriente de falla.** Los equipos y el alambrado eléctrico y otros materiales eléctricamente conductivos que tienen probabilidad de energizarse, se deben instalar de forma que establezcan un circuito de baja impedancia desde cualquier punto del sistema de alambrado hasta la fuente de alimentación para que facilite la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente si ocurriera una segunda falla a tierra desde una fase diferente en el sistema de alambrado. El terreno natural o el suelo o la Tierra no se deben considerar como una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

**250-6. Corriente indeseable.**

**a) Arreglo para prevenir una corriente indeseable.** La puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores del circuito, apartarrayos, dispositivos de protección contra sobretensión y partes metálicas conductoras del equipo que normalmente no transportan corriente, se deben instalar y disponer de manera que se impida una corriente indeseable.

**b) Modificaciones para eliminar una corriente indeseable.** Si el uso de múltiples conexiones de puesta a tierra da como resultado una corriente indeseable, se permitirá hacer una o más de las siguientes modificaciones, siempre y cuando se cumplan los requisitos de 250-4(a)(5) o (b)(4):

- (1) Desconectar una o más de estas conexiones de puesta a tierra, pero no todas.
- (2) Cambiar la ubicación de las conexiones de puesta a tierra.
- (3) Interrumpir la continuidad del conductor o de la trayectoria conductiva que causa la corriente indeseable.
- (4) Tomar otra acción correctiva adecuada y aprobada.

**c) Corrientes temporales no clasificadas como corrientes indeseables.** Las corrientes temporales resultantes de condiciones anormales, tales como corrientes de falla a tierra, no se deben clasificar como corrientes indeseables para los propósitos que se especifican en (a) y (b) anteriores.

**d) Limitaciones a las modificaciones permisibles.** Los requerimientos de esta sección no deben considerarse como permitidos para el equipo electrónico operado en sistemas de corriente alterna o circuitos derivados que no están conectados a los conductores de puesta a tierra de equipos según se exige en este Artículo. Las corrientes que introducen ruidos o errores en los datos en el equipo electrónico no se deben considerar como las corrientes indeseables mencionadas en esta sección.

**e) Aislamiento de corrientes a tierra de corriente continua indeseables.** Cuando se requiera aislar las corrientes a tierra de corriente continua indeseables de los sistemas de protección catódica, se permitirá un dispositivo de acoplamiento de corriente alterna/de aislamiento de corriente continua en el conductor de puesta a tierra de equipos, para proporcionar una trayectoria efectiva de retorno para las corrientes de falla a tierra de corriente alterna, mientras se bloquea la corriente de corriente continua.

**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 de los siguientes medios:

- (1) Conectores a presión.
- (2) Barras terminales.
- (3) Conectores a presión aprobados para puesta a tierra de equipos y para unión.
- (4) Procesos de soldadura exotérmica.
- (5) Abrazaderas tipo tornillo que enrosquen por lo menos dos hilos o que se aseguren con una tuerca.
- (6) Pijas que entren cuando menos dos hilos en la envolvente.
- (7) Conexiones que son parte de un ensamble.
- (8) Otros medios aprobados.

**b) Métodos no permitidos.** No se deben usar dispositivos de conexión o accesorios que dependan únicamente de soldadura de bajo punto de fusión.

**250-10. Protección de abrazaderas y accesorios de puesta a tierra.** Las abrazaderas de puesta a tierra y otros accesorios deben ser aprobados para uso general sin protección, o se deben proteger del daño físico como se indica en (1) o (2) siguientes:

- (1) En instalaciones en las que no es probable que sufran daño.
- (2) Cuando están encerradas en metal, madera o una cubierta protectora equivalente.

**250-12. Superficies limpias.** Los recubrimientos no conductores (tales como pintura, laca o esmalte) en el equipo que va a ser puesto a tierra, se deben remover de las roscas y de las otras superficies de contacto para asegurar una buena continuidad eléctrica, o se deben conectar por medios o herrajes diseñados para hacer innecesaria la remoción de estos recubrimientos.

## B. Puesta a tierra de sistemas

**250-20. Sistemas de corriente alterna que deben ser puestos a tierra.** Los sistemas de corriente alterna deben ser puestos a tierra como se indica en (a), (b), (c) o (d) siguientes. Se permitirá que sean puestos a tierra otros sistemas. Si dichos sistemas están puestos a tierra, deben cumplir con las disposiciones aplicables de este Artículo.

**NOTA:** Un ejemplo de un sistema que se permite que sea puesto a tierra es un transformador con conexión en delta con una esquina puesta a tierra. Ver 250-26(4), relativa al conductor para ser puesto a tierra.

**a) Sistemas de corriente alterna de menos de 50 volts.** Los sistemas de corriente alterna de menos de 50 volts deben ser puestos a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador es de más de 150 volts a tierra.
- (2) Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador no está puesto a tierra.
- (3) Cuando están instalados como conductores aéreos en exteriores.

**b) Sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1000 volts.** Los sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1000 volts que alimentan el alambrado de los inmuebles y los sistemas de alambrado de éstos, deben ser puestos a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando el sistema puede ser puesto a tierra, de manera que la tensión máxima a tierra en los conductores de fase no sea mayor de 150 volts.
- (2) Cuando el sistema es de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, en el cual el conductor neutro se utiliza como un conductor de circuito.
- (3) Cuando el sistema es de 3 fases, 4 hilos conectado en delta, en el cual el punto medio del devanado de una fase se usa como un conductor de circuito.

**c) Sistemas de corriente alterna de 1 kV o más.** Los sistemas de corriente alterna que alimentan equipo portátil o móvil deben ser puestos a tierra como se especifica en 250-188. Cuando se alimentan otros sistemas diferentes de los portátiles y móviles, se permitirá que sean puestos a tierra.

**d) Sistemas con neutro puesto a tierra con impedancia.** Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia deben ser puestos a tierra de acuerdo a lo indicado en 250-36 o 250-186.

**250-21. Sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1000 volts que no requieren ser puestos a tierra.**

**a) Generalidades.** Se permitirá, pero no se exigirá que los siguientes sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1000 volts estén puestos a tierra.

- (1) Los sistemas eléctricos usados exclusivamente para alimentar hornos eléctricos industriales para fusión, refinación, templado y similares.
- (2) Los sistemas derivados separados usados exclusivamente para rectificadores que alimentan variadores de velocidad industriales.
- (3) Los sistemas derivados separados alimentados por transformadores con una tensión en el primario menor a 1000 volts, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:
  - a. El sistema se usa exclusivamente para circuitos de control.
  - b. Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado darán servicio a la instalación.
  - c. Se requiere continuidad de la energía para control.
- (4) Otros sistemas que no se exige que sean puestos a tierra, según los requerimientos de 250-20(b).

**b) Detectores de tierra.** Deben ser instalados detectores de tierra de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

- (1) Los sistemas de corriente alterna no puestos a tierra, tal como se permite en (a)(1) hasta (a)(4) anteriores, que operan a 120 volts o más, pero no exceden los 1000 volts deben tener detectores de tierra instalados en el sistema.
- (2) El equipo sensor de detección de tierra deberá conectarse lo más cercano como sea práctico a donde el sistema recibe la alimentación.

**c) Marcado.** Los sistemas no puestos a tierra deben estar marcados de manera legible con la leyenda "Sistema no puesto a tierra" en la fuente o en el primer medio de desconexión. El marcado deberá tener suficiente durabilidad para soportar el ambiente al que está expuesto.

**250-22. Circuitos que no se deben poner a tierra.** Los siguientes circuitos no deben ser puestos a tierra:

- (1) Circuitos para grúas eléctricas que operan sobre fibras combustibles en lugares Clase III, como se establece en 503-155.
- (2) Circuitos en lugares de atención a la salud, como se establece en 517-61 y 517-160.
- (3) Circuitos para equipo dentro de la zona de trabajo de celdas electrolíticas, como se establece en el Artículo 668.
- (4) Circuitos secundarios de sistemas de alumbrado, como se establece en 411-5(a).
- (5) Circuitos secundarios de sistemas de alumbrado, como se establece en 680-23(a)(2).

**250-24. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados por una acometida.**

**a) Conexiones de puesta a tierra del sistema.** Un sistema de alumbrado de inmuebles, que es alimentado por una acometida de corriente alterna que está puesta a tierra, debe tener un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado al conductor puesto a tierra de acometida, para cada servicio, según (1) hasta (5) siguientes:

**1) Generalidades.** La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer en cualquier punto accesible desde el lado carga de la acometida hasta e incluyendo, la terminal o barra en la cual está conectado el conductor puesto a tierra de acometida a los medios de desconexión de acometida.

**2) Transformador exterior.** Cuando el transformador que alimenta la acometida esté ubicado en el exterior del edificio, se debe hacer al menos una conexión de puesta a tierra adicional desde el conductor puesto a tierra de la acometida hasta el electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otra parte fuera del edificio.

**Excepción.** La conexión adicional del conductor del electrodo de puesta a tierra no se debe hacer en sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia. El sistema debe cumplir con los requisitos de 250-36.

**3) Edificios con doble alimentación.** Para edificios con doble alimentación que tienen dos acometidas en una envolvente común o agrupadas en envolventes separadas y que emplean un enlace secundario, se permitirá una sola conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al punto de enlace de los conductores puestos a tierra de cada fuente de alimentación.

**4) Puente de unión principal como un conductor o barra.** Cuando el puente de unión principal especificado en 250-28 es un alambre o una barra y está instalado desde la barra terminal del conductor puesto a tierra a la barra terminal del conductor de puesta a tierra de equipos o a la barra del equipo de acometida, se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se conecte a la terminal o barra al cual está conectado el puente de unión principal.

**5) Conexiones de puesta a tierra del lado de la carga.** No se debe conectar un conductor puesto a tierra a las partes metálicas que normalmente no transportan corriente del equipo, ni al conductor de puesta a tierra de equipos, ni se debe reconectar a tierra del lado carga del medio de desconexión de acometida, excepto si otra cosa es permitida en este Artículo.

**NOTA:** Ver 250-30 para sistemas derivados separados, 250-32 para conexiones en edificios o estructuras separadas y 250-142 para el uso del conductor del circuito puesto a tierra para poner a tierra equipos.

**b) Puente de unión principal.** Para un sistema puesto a tierra, se debe utilizar un puente de unión principal sin empalmes para conectar el (los) conductor(es) de puesta a tierra de equipos y la envolvente del medio de desconexión de acometida, al conductor puesto a tierra dentro de la envolvente, para cada medio de desconexión de acometida, de acuerdo a 250-28.

**Excepción 1:** Cuando más de un medio de desconexión de acometida está ubicado en un ensamble para uso como equipo de acometida, un puente de unión principal sin empalmes deberá unir el conductor puesto a tierra con la envolvente del ensamble

**Excepción 2:** Se permitirá la conexión de los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia, como se indica en 250-36 y 250-186.

**c) Conductor puesto a tierra llevado al equipo de acometida.** Cuando un sistema de corriente alterna operando a menos de 1000 volts está puesto a tierra en cualquier punto, el conductor puesto a tierra debe tenderse junto con los conductores de fase hasta cada medio de desconexión de acometida, y se debe conectar

a cada terminal o barra del conductor puesto a tierra de cada medio de desconexión. Un puente de unión principal debe conectar el conductor puesto a tierra a cada envolvente de los medios de desconexión de cada acometida. El conductor puesto a tierra se debe instalar de acuerdo de (1) a (4) siguientes:

**Excepción:** Cuando más de un medio de desconexión de la acometida está localizado en un solo ensamble de equipo de acometida, se permitirá conectar el conductor puesto a tierra hasta la terminal o barra común del conductor puesto a tierra del ensamble. El ensamble debe incluir un puente de unión principal para conectar los conductores puestos a tierra a la envolvente del ensamble.

**1) Tamaño del conductor puesto a tierra para una sola canalización.** El conductor puesto a tierra no debe ser menor que el requerido para el conductor del electrodo de puesta a tierra especificado en la tabla 250-66, pero no se exigirá que sea mayor que el conductor de acometida de fase más grande. Adicionalmente, para grupos de conductores de acometida de fase mayores a  $557 \text{ mm}^2$  (1100 kcmil) de cobre o de  $887 \text{ mm}^2$  (1750 kcmil) de aluminio, el conductor puesto a tierra no debe ser menor al 12.50 por ciento del área en milímetros cuadrados del grupo de conductores de fase de mayor tamaño de la acometida.

**2) Conductores en paralelo en 2 o más canalizaciones.** Si los conductores de fase de acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones, el conductor puesto a tierra también se deberá instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización deberá estar basado en el área total de los conductores de fase en paralelo en las canalizaciones, como se indica en (c)(1) anterior, pero no debe ser menor al tamaño  $53.5 \text{ mm}^2$  (1/0 AWG).

**NOTA:** Ver 310-10(h) para los conductores puestos a tierra conectados en paralelo.

**3) Acometida conectada en Delta.** El conductor puesto a tierra de una acometida en delta, 3 fases, 3 hilos, deberá tener una ampacidad no menor que los conductores de fase.

**4) Alta impedancia.** El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia debe ser puesto a tierra de acuerdo a 250-36.

**d) Conductor del electrodo de puesta a tierra.** Se deberá de utilizar un conductor del electrodo de puesta a tierra para conectar los conductores de puesta a tierra de equipos, las envolventes del equipo de acometida, y, cuando el sistema esté puesto a tierra, el conductor puesto a tierra de acometida al (los) electrodo(s) de puesta a tierra requeridos por la Parte C de este Artículo. El tamaño de este conductor debe estar de acuerdo con 250-66.

Las conexiones de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia se deben hacer como se indica en 250-36.

**NOTA:** Para las conexiones de puesta a tierra de un sistema de corriente alterna ver 250-24(a).

**e) Conexiones de puesta a tierra de un sistema no puesto a tierra.** Un sistema de alambrado de un inmueble que está alimentado por una acometida de corriente alterna no puesta a tierra debe tener, en cada servicio, un conductor de electrodo de puesta a tierra conectado al (los) electrodo(s) de puesta a tierra requerido(s) por la Parte C de este Artículo.

El conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectarse a la envolvente metálica de los medios de desconexión de acometida, cualquier punto accesible del lado carga de acometida.

**250-26. Conductor que debe ser puesto a tierra – Sistemas de corriente alterna.** Para sistemas de alambrado de inmuebles, el conductor que debe ser puesto a tierra debe ser como se especifica a continuación:

- (1) 1 fase, 2 hilos – un conductor.
- (2) 1 fase, 3 hilos – el conductor del neutro.
- (3) Sistemas polifásicos con un conductor común a todas las fases – el conductor común.
- (4) Sistemas polifásicos en los que una fase está puesta a tierra – un conductor de fase.
- (5) Sistemas polifásicos en los que se usa una fase como en (2) – el conductor del neutro.

**250-28. Puente de unión principal y puente de unión del sistema.** Para un sistema puesto a tierra, los puentes de unión principal y los puentes de unión del sistema se deben instalar de la siguiente manera:

**a) Material.** Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema deben ser de cobre u otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión principal y un puente de unión del sistema deberán ser un conductor, una barra, un tornillo o un conductor similar adecuado.

**b) Construcción.** Cuando un puente de unión principal o un puente de unión del sistema es solamente un tornillo, este tornillo se debe identificar con un acabado verde que sea visible una vez instalado el tornillo.

**c) Fijación.** Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben conectar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de 250-8.

**d) Tamaño.** Los tamaños de los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben determinar según 250-28(d)(1) hasta (d)(3) siguientes.

**1) General.** Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema no deben tener un tamaño menor a los indicados en la Tabla 250-66. Cuando los conductores de alimentación son mayores de 557 mm<sup>2</sup> (1100 kcmil), de cobre o 887 mm<sup>2</sup> (1750 kcmil), de aluminio, el puente de unión debe tener un área no menor al 12.50 por ciento del área del mayor conductor de fase, excepto cuando los conductores de fase y el puente de unión son de materiales diferentes (cobre o aluminio), el tamaño o sección transversal mínima del puente de unión se debe basar suponiendo el uso de conductores de fase del mismo material que el puente de unión, y con una ampacidad equivalente a la de los conductores de fase instalados.

**2) Puente de unión principal para acometidas con más de una envolvente.** Cuando una acometida tiene más de una envolvente, el tamaño del puente de unión principal para cada envolvente se deben determinar según 250-28(d)(1), basado en el mayor conductor de fase de acometida que sirve a dicha envolvente.

**3) Sistemas derivados separados con más de una envolvente.** Cuando un sistema derivado separado alimenta a más de una envolvente, el tamaño del puente de unión del sistema para cada envolvente se debe determinar de acuerdo con (1) anterior, con base en el conductor de fase de mayor tamaño del alimentador que sirve a esa envolvente, o se debe instalar un solo puente de unión del sistema en la fuente de alimentación, y los tamaños deben estar de acuerdo con lo indicado en (1) anterior, con base en el tamaño equivalente del mayor conductor de alimentación determinado por la suma mayor de las áreas de los conductores correspondientes para cada conjunto.

#### **250-30. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna derivados separados.**

Además de cumplir con (a) para sistemas puestos a tierra y con (b) para sistemas no puestos a tierra, los sistemas derivados separados deben cumplir con 250-20, 250-21, 250-22 y 250-26.

**NOTA 1:** Una fuente alterna de energía de corriente alterna, como un generador en sitio, no es un sistema derivado separado si el conductor puesto a tierra está sólidamente interconectado al conductor puesto a tierra de acometida. Un ejemplo de esta situación es cuando el equipo de transferencia de la fuente alterna no incluye la acción de interrumpir también el conductor puesto a tierra y éste continúa conectado sólidamente al conductor puesto a tierra de acometida, cuando la fuente alterna está operando y alimentando la carga.

**NOTA 2:** Véase 445-13 para el tamaño mínimo de los conductores que llevan corriente de falla.

**a) Sistemas puestos a tierra.** Un sistema de corriente alterna derivado separado que está puesto a tierra, debe cumplir con lo que se establece en (1) hasta (8) siguientes. A menos que se permita algo diferente en este Artículo, un conductor puesto a tierra no se debe conectar a las partes metálicas del equipo que normalmente no transporta corriente, ni a los conductores de puesta a tierra de equipos, ni se deben reconectar a tierra en el lado carga del puente de unión del sistema.

**NOTA:** Ver 250-32 para las conexiones en edificios o estructuras separadas y 250-142 sobre el uso del conductor puesto a tierra del circuito para la puesta a tierra de equipos.

**Excepción:** Las conexiones de puesta a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia se deben hacer como se especifica en 250-36 ó 250-186, lo que sea aplicable.

**1) Puente de unión del sistema.** El puente de unión del sistema sin empalmes, debe cumplir con 250-28(a) a (d). Esta conexión se debe hacer en cualquier punto en el sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema o dispositivo de protección contra sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separado que no tenga medio de desconexión ni dispositivos de sobrecorriente, de acuerdo con (a) o (b) siguientes. El puente de unión del sistema debe estar dentro de la envolvente donde se origina. Si la fuente está ubicada fuera del edificio o estructura que alimenta, un puente de unión del sistema debe instalarse en la conexión al electrodo de puesta a tierra en cumplimiento con 250-30(c).

**Excepción 1:** Para sistemas instalados de acuerdo a 450-6 se permitirá una sola conexión del puente de unión del sistema al punto de unión de los conductores puestos a tierra del circuito desde cada fuente de alimentación.

**Excepción 2:** Se permitirá un puente de unión del sistema tanto en la fuente como en el primer medio de desconexión, cuando al hacerlo así no se establece una trayectoria paralela para el conductor puesto a tierra. Si el conductor puesto a tierra se usa de esta manera, su tamaño no debe ser menor al especificado para el puente de unión del sistema, pero no se exigirá que sea mayor que el del conductor de fase. Para los propósitos de esta excepción, no se considera que la conexión a través de la tierra provea una trayectoria paralela.

**Excepción 3:** El tamaño del puente de unión para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se deriva de un transformador con una capacidad no mayor de 1000 voltamperes, no debe ser menor a los conductores de fase derivados y tampoco debe ser menor a  $2.08 \text{ mm}^2$  (14 AWG) de cobre.

- a. Instalado en la fuente. El puente de unión del sistema debe conectar el conductor puesto a tierra al puente de unión del lado fuente y a la envolvente metálica que normalmente no transporta corriente.
- b. Instalado en el primer medio de desconexión. El puente de unión del sistema debe conectar el conductor puesto a tierra al puente de unión del lado fuente, a la envolvente del medio de desconexión y los conductores de puesta a tierra de equipos.

**2) Puente de unión del lado línea.** Si la fuente de un sistema derivado separado y el primer medio de desconexión están ubicados en envolventes separadas, se deberá instalar un puente de unión del lado fuente de la alimentación junto con los conductores del circuito desde la envolvente de la fuente de alimentación al primer medio de desconexión. No se requerirá que el puente de unión del lado fuente sea de mayor tamaño que los conductores derivados de fase. Se permite que el puente de unión del lado fuente sea del tipo canalización metálica no flexible, o del tipo de alambre o tipo barra como se indica a continuación:

- a. El puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo alambre debe cumplir con 250-102(c), basado en el tamaño de los conductores de fase derivados.
- b. El puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo barra debe tener un área no menor que el puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo conductor como se determina en 250-102(c).

**3) Conductor puesto a tierra.** Si se instala un conductor puesto a tierra y la conexión del puente de unión del sistema no está ubicado en la fuente, se deberá aplicar (a) hasta (d) siguientes.

- a. Tamaño del conductor puesto a tierra para una sola canalización. El conductor puesto a tierra no debe ser menor que el requerido para el conductor del electrodo de puesta a tierra especificado en la tabla 250-66, pero no se exigirá que sea de mayor tamaño que el conductor más grande de los conductores derivados de fase. Adicionalmente, para grupos de conductores de fase de la acometida mayores a  $557 \text{ mm}^2$  (1100 kcmil) de cobre o de  $887 \text{ mm}^2$  (1750 kcmil) de aluminio, el conductor puesto a tierra no debe ser menor al 12.50 por ciento del área en kcmil del mayor grupo de conductores de fase derivados.
- b. Conductores en paralelo en dos o más canalizaciones. Si los conductores de fase de la acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones, el conductor puesto a tierra también se deberá instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización deberá estar basado en el área total de los conductores de fase en paralelo en las canalizaciones, como se indica en 250-24(c), pero no debe ser menor al tamaño  $53.5 \text{ mm}^2$  (1/0 AWG).

**NOTA:** Ver 310-10(h) para los conductores puestos a tierra en paralelo.

- c. Sistema conectado en Delta. El conductor puesto a tierra de un sistema conectado en delta, 3 fases, 3 hilos, deberá tener una ampacidad no menor que los conductores de fase.
- d. Sistema puesto a tierra a través de una impedancia. El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia debe ser instalado de acuerdo a 250-36 ó 250-186 como sea aplicable.

**4) Electrodo de puesta a tierra.** El electrodo de puesta a tierra debe estar tan cerca como sea posible y preferentemente en la misma área, de la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al sistema. El electrodo de puesta a tierra debe ser el más cercano de uno de los siguientes:

- (1) La tubería metálica para agua utilizada como electrodo de puesta a tierra, como se especifica en 250-52(a)(1).
- (2) La estructura metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra como se especifica en 250-52(a)(2).

**Excepción 1:** Se debe utilizar cualquiera de los otros electrodos identificados en 250-52(a) cuando no estén cerca los electrodos que se especifican en (a) (4) de esta sección.

**Excepción 2 a (1) y (2):** Si un sistema derivado separado se origina en un equipo adecuado para uso como equipo de acometida, se permitirá el electrodo de puesta a tierra utilizado para el equipo del alimentador o de acometida, como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado.

**NOTA 1:** Ver 250-104(d) para los requisitos de unión utilizando la tubería metálica interior para agua en el área servida por sistemas derivados separados.

**NOTA 2:** Ver 250-50 y 250-58 para los requerimientos de unión de todos los electrodos si están ubicados en el mismo edificio o estructura.

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

**Excepción 1:** Si el puente de unión del sistema que se especifica en (a)(1) es un conductor o una barra, se permitirá conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra a la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos, siempre que la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado.

**Excepción 2:** Si un sistema derivado separado se origina en un equipo adecuado como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra de equipos del alimentador o de acometida al electrodo de puesta a tierra se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, siempre y cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado. Si la barra interna de puesta a tierra de equipos no es menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido para el sistema derivado separado, se debe permitir que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado se haga en la barra.

**Excepción 3:** No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3, y que se deriva de un transformador con una capacidad no mayor de 1000 voltamperes, siempre y cuando el conductor puesto a tierra esté unido al chasis o la envolvente del transformador por un puente, dimensionado de acuerdo con (a)(1), Excepción 3 de esta sección y que el chasis o la envolvente del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en 250-134.

**6) Conductor del electrodo de puesta a tierra, múltiples sistemas derivados separados.** Se permitirá un conductor del electrodo de puesta a tierra común para varios sistemas derivados separados. Si un conductor del electrodo de puesta a tierra está instalado, se debe utilizar para conectar el conductor puesto a tierra de los sistemas derivados separados al electrodo de puesta a tierra como se especifica en (a)(4) de esta sección. Deberá instalarse una derivación del conductor del electrodo de puesta a tierra de cada sistema derivado separado al conductor común del electrodo de puesta a tierra. Cada conductor derivado conectará al conductor puesto a tierra del sistema derivado separado, al conductor común del electrodo de puesta a tierra.

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

**Excepción 1:** Si el puente de unión del sistema que se especifica en (a)(1) es un conductor o una barra principal, se permitirá que se conecte al conductor derivado del electrodo de puesta a tierra a la terminal, barra o barra principal de puesta a tierra de equipos, siempre que la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado.

**Excepción 2:** No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se derive de un transformador con una capacidad de no más de 1000 voltamperes, siempre y cuando el conductor puesto a tierra del sistema esté unido al chasis o a la envolvente del transformador por un puente dimensionado de acuerdo con (a)(1), Excepción 3 anterior, y el chasis o envolvente del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en 250-134.

- 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  $85 \text{ mm}^2$  (3/0 AWG) de cobre o de tamaño 250 kcmil de aluminio.
  - (2) El acero estructural del edificio que cumpla con 250-52(a)(2) o que esté conectado al sistema de electrodos de puesta a tierra por un conductor de tamaño no menor a  $85 \text{ mm}^2$  (3/0 AWG) de cobre o de tamaño no menor a 250 kcmil de aluminio.
- b. Tamaño del conductor derivado. El tamaño de cada conductor derivado debe estar de acuerdo con 250-66, basado en los conductores derivados de fase del sistema derivado separado que alimenta.

**Excepción:** Si un sistema derivado separado se origina en un equipo adecuado como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra desde el equipo de acometida o del alimentador hasta el electrodo de puesta a tierra, se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, siempre y cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra tenga un tamaño suficiente para el sistema derivado separado. Si la barra de puesta a tierra de equipos dentro del equipo, no es menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido para el sistema derivado separado, se permitirá que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, se haga en la barra.

- c. Conexiones. Todas las conexiones de las derivaciones, al conductor del electrodo de puesta a tierra común, se deben hacer en un lugar accesible mediante uno de los siguientes métodos:
- (1) Un conector aprobado como equipo para puesta a tierra y unión.
  - (2) Conexiones aprobadas para barras principales de aluminio o cobre no menores que 6 x 50 milímetros. Si se utilizan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con lo indicado en 250-64(a).
  - (3) Por proceso de soldadura exotérmica.

Los conductores derivados se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra común de manera tal que el conductor del electrodo de puesta a tierra común permanezca sin empalmes o uniones.

**7) Instalación.** La instalación de todos los conductores del electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo indicado en 250- 64(a), (b), (c) y (e).

**8) Unión.** El acero estructural y la tubería metálica se deben conectar al conductor puesto a tierra de un sistema derivado separado, según se indica en 250-104(d).

**b) Sistemas no puestos a tierra.** El equipo de un sistema derivado separado no puesto a tierra debe ser puesto a tierra y unido como se especifica en (1) hasta (3) siguientes.

**1) Conductor del electrodo de puesta a tierra.** Se debe usar un conductor del electrodo de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con 250-66 para el conductor derivado de fase más grande o conjuntos de conductores de fase derivados, para conectar las envolventes metálicas del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra como se especifica en (a)(5) o (a)(6) de esta sección, como sea aplicable. Esta conexión se debe hacer en cualquier punto en el sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema. Si la fuente está localizada fuera del edificio o estructura que alimenta, la conexión del electrodo de puesta a tierra se debe hacer de acuerdo con el inciso (c) siguiente.

**2) Electrodo de puesta a tierra.** Excepto como se permite en 250-34 para generadores portátiles y montados en vehículos, el electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo dispuesto en (a)(4) de esta sección.

**3) Trayectoria de la unión y del conductor.** Se debe instalar un puente de unión del lado fuente desde la fuente de un sistema derivado separado hasta el primer medio de desconexión de acuerdo con (a)(2) de esta sección.

**c) Fuente en el exterior.** Si la fuente de un sistema derivado separado se encuentra en el exterior del edificio o estructura que alimenta, se debe hacer una conexión del electrodo de puesta a tierra en la fuente a uno o más electrodos de puesta a tierra de acuerdo con 250-50. Adicionalmente, la instalación debe cumplir con el inciso (a) para sistemas puestos a tierra o con el inciso (b) para sistemas no puestos a tierra.

**Excepción:** La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia debe cumplir con 250-36 ó 250-186, como sea aplicable.

### **250-32. Edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o por circuitos derivados**

**a) Electrodo de puesta a tierra.** Los edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o circuitos derivados, deben tener un electrodo de puesta a tierra o un sistema de electrodos de puesta a tierra, instalado de acuerdo con la Parte C del Artículo 250. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con (b) o (c) de esta sección. Cuando no existan electrodos de puesta a tierra, se debe instalar el electrodo de puesta a tierra requerido en 250-50.

**Excepción:** No se exigirá un electrodo de puesta a tierra cuando un solo circuito derivado, incluyendo un circuito derivado multiconductor, alimenta al edificio o estructura y el circuito derivado incluye un conductor de puesta a tierra de equipos para poner a tierra las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente.

#### **b) Sistemas puestos a tierra.**

**1) Alimentado por un circuito alimentador o derivado.** Un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se describe en 250-118, se debe llevar con los conductores de la alimentación y ser conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe usar para la puesta a tierra o la unión de equipos, estructuras o carcasas que se requiere que estén puestos a tierra o sean unidos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe estar dimensionado según 250-122. Ningún conductor puesto a tierra ya instalado se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos ni a los electrodos de puesta a tierra.

**Excepción:** Para instalaciones hechas cumpliendo ediciones anteriores de esta NOM, se permitirá que el conductor puesto a tierra que vaya junto con la alimentación del edificio o de la estructura sirva como trayectoria de retorno de falla a tierra si se siguen cumpliendo todos los requisitos que se indican a continuación:

- (1) Un conductor de puesta a tierra de equipos no va con la alimentación del edificio o estructura.
- (2) No existan trayectorias metálicas continuas unidas al sistema de puesta a tierra en cada edificio o estructura considerada.
- (3) No ha sido instalada la protección contra falla a tierra del equipo en el lado fuente del alimentador.

Si el conductor puesto a tierra se usa para la puesta a tierra de acuerdo con las disposiciones de esta excepción, el tamaño del conductor puesto a tierra no debe ser menor que el mayor de cualquiera de los siguientes:

- (1) El tamaño requerido por 220-61.
- (2) El tamaño requerido por 250-122.

## **2) Alimentado por un sistema derivado separado.**

- a. Con protección contra sobrecorriente. Si se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con (b)(1) de esta sección.
- b. Sin protección contra sobrecorriente. Si no se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con 250-30(a). Si se instala el puente de unión del lado del alimentador, se debe conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra.

## **c) Sistemas no puestos a tierra.**

**1) Alimentado por un alimentador o circuito derivado.** Un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se describe en 250-118, se debe llevar con los conductores de la alimentación y estar conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra. Los electrodos de puesta a tierra también se deben conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura.

## **2) Alimentado por un sistema derivado separado.**

- a. Con protección contra sobrecorriente. Si se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con (c)(1) de esta sección.
- b. Sin protección contra sobrecorriente. Si no se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con 250-30(b). Si se instala el puente de unión del lado fuente del alimentador, se debe conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra.

**d) Medios de desconexión ubicados en edificios o estructuras separadas, en el mismo predio.** Cuando uno o más medios de desconexión alimentan uno o más edificios o estructuras adicionales que se encuentran bajo la misma administración, y cuando estos medios de desconexión se encuentran alejados de estos edificios o estructuras de acuerdo con las disposiciones de 225-32, Excepciones 1 y 2, 700-12(b)(6), 701-12(b)(5) o 702-12, se deben cumplir todas las condiciones siguientes:

- (1) No se debe hacer la conexión del conductor puesto a tierra al electrodo de puesta a tierra, a las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, ni al conductor de puesta a tierra de equipos a un edificio o estructura separada.
- (2) Si se lleva un conductor de puesta a tierra de equipos, para la unión y puesta a tierra de las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, para los sistemas de tubería metálica interior y estructura metálica de los edificios o estructuras, junto con los conductores del circuito hasta un edificio o estructura separada y está conectado al electrodo de puesta a tierra existente requerido en la Parte C de este Artículo, o en caso de que no haya electrodos, se debe instalar el electrodo de puesta a tierra exigido en la Parte C de este Artículo, cuando un edificio o estructura separada esté alimentada por más de un circuito derivado.
- (3) La conexión entre el conductor de puesta a tierra de equipos y el electrodo de puesta a tierra, en un edificio o estructura separada, se debe hacer en una caja de conexiones, en un tablero de distribución o en una envolvente similar, localizado inmediatamente adentro o afuera del edificio o estructura separada.

**e) Conductor del electrodo de puesta a tierra.** El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra al electrodo de puesta a tierra no debe ser menor al indicado en 250-66, basado en el conductor de fase de la alimentación de mayor tamaño. La instalación debe cumplir con la Parte C de este Artículo.

**250-34. Generadores portátiles y montados en vehículos**

**a) Generadores portátiles.** No se exigirá que el chasis de un generador portátil esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en 250-52 para un sistema alimentado por el generador, bajo las siguientes condiciones:

- (1) El generador alimenta solamente equipo montado en el generador o equipo conectado con cordón y clavija, a través de contactos montados sobre el generador, o ambos, y.
- (2) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y las terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de los contactos están conectados al bastidor del generador.

**b) Generadores montados en vehículos.** No se exigirá que el chasis de un vehículo esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en 250-52 para un sistema alimentado por un generador montado en ese vehículo, bajo las siguientes condiciones:

- (1) El bastidor del generador está unido al chasis del vehículo, y.
- (2) El generador alimenta solamente equipo ubicado sobre el vehículo o equipo conectado con cordón y clavija a través de contactos montados en el vehículo, o ambos, o en el generador, y
- (3) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y las terminales del conductor de puesta a tierra de equipos en los contactos, están conectados al bastidor del generador.

**c) Unión de conductores puestos a tierra.** Un conductor del sistema que requiera ser puesto tierra de acuerdo con 250-26, se debe conectar al bastidor del generador, cuando el generador es un componente de un sistema derivado separado.

**NOTA:** Para la puesta a tierra de generadores portátiles que alimentan sistemas de alambrado fijos, ver 250-30

**250-35. Generadores instalados permanentemente.** Se debe instalar un conductor que proporcione una trayectoria eficaz para la corriente de falla a tierra, con los conductores de alimentación desde un generador instalado permanentemente, hasta el primer medio de desconexión, de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

**a) Sistema derivado separado.** Cuando el generador se instala como un sistema derivado separado, se deben aplicar los requisitos de 250-30.

**b) Sistema derivado no separado.** Cuando el generador no se instala como un sistema derivado separado, y el dispositivo de protección contra sobrecorriente no es una parte integral del ensamble del generador, se debe instalar un puente de unión del lado fuente entre la terminal de puesta a tierra de equipos en el generador y la terminal, barra o barra principal de puesta a tierra de equipos de los medios de desconexión. El tamaño del conductor debe estar de acuerdo con 250-102(c), basado en el tamaño de los conductores de salida del generador.

**250-36. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.** Se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia, por lo general una resistencia, la cual limita la corriente de falla a tierra a un valor bajo, para sistemas de corriente alterna trifásicos de 480 a 1000 volts, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado atenderá a la instalación.
- (2) Hay detectores de tierra instalados en el sistema.
- (3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (g).

**a) Ubicación de la impedancia de puesta a tierra.** La impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro del sistema. Si no hay un punto neutro disponible, la impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

**b) Conductor del sistema puesto a tierra.** El conductor del sistema puesto a tierra desde el punto neutro del transformador o del generador hasta el punto de conexión a la impedancia de puesta a tierra, debe estar totalmente aislado.

El conductor puesto a tierra del sistema debe tener una ampacidad no menor al valor de la corriente máxima nominal de la impedancia de puesta a tierra, pero en ningún caso el conductor puesto a tierra del sistema debe ser menor que el tamaño  $8.37 \text{ mm}^2$  (8 AWG) de cobre o el  $13.3 \text{ mm}^2$  (6 AWG) de aluminio o aluminio revestido de cobre.

**c) Conexión de puesta a tierra del sistema.** El sistema no debe ser puesto a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra.

**NOTA:** La impedancia normalmente es seleccionada para limitar la corriente de falla a tierra a un valor ligeramente superior o igual a la corriente de carga capacitiva del sistema. Este valor de impedancia también limitará las sobretensiones transitorias a valores seguros.

**d) Trayectoria del conductor desde el punto neutro hasta la impedancia de puesta a tierra.** Se permitirá que el conductor que conecta el punto neutro del transformador o del generador a la impedancia de puesta a tierra esté instalado en una canalización diferente a la de los conductores de fase. No se exigirá llevar este conductor con los conductores de fase hasta el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente.

**e) Puente de unión del equipo.** El puente de unión del equipo (la conexión entre los conductores de puesta a tierra de equipos y la impedancia de puesta a tierra) debe ser un conductor sin empalmes, llevado desde el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente, hasta el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra.

**f) Ubicación del conductor del electrodo de puesta a tierra.** El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado en cualquier punto, desde el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra a la conexión de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida o en el primer medio de desconexión del sistema.

**g) Tamaño del puente unión del equipo.** El tamaño del conductor del puente de unión del equipo debe estar de acuerdo con (1) o (2) siguientes:

- (1) Si la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se hace en la impedancia de puesta a tierra, el tamaño del puente de unión del equipo debe estar de acuerdo con 250-66, basado en el tamaño de los conductores de acometida o los conductores derivados de fase para un sistema derivado separado.
- (2) Si el conductor del electrodo de puesta a tierra está conectado en el primer medio de desconexión del sistema o en el primer dispositivo de sobrecorriente, el tamaño del puente de unión del equipo debe ser dimensionado de igual manera que el conductor neutro, tal como se indica en (b) anterior.

**250-46. Separación de los conductores de bajada de los pararrayos.** Las canalizaciones, envoltentes, estructuras y partes metálicas de equipo eléctrico que no transporten normalmente corriente eléctrica, se deben mantener alejadas 1.80 metros como mínimo de los conductores de bajada de los electrodos de puesta a tierra de los pararrayos o deben unirse cuando la distancia a los conductores de bajada sea inferior a 1.80 metros.

### **C. Sistema de electrodos de puesta a tierra y conductor del electrodo de puesta a tierra**

**250-50. Sistema de electrodos de puesta a tierra.** Todos los electrodos de puesta a tierra que se describen en 250-52(a)(1) hasta (a)(7), que estén presentes en cada edificio o estructura alimentada, se deben unir entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Cuando no existe ninguno de estos electrodos de puesta a tierra, se debe instalar y usar uno o más de los electrodos de puesta a tierra especificados en 250-52(a)(4) hasta (a)(8). En ningún caso, el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra puede ser mayor que 25 ohms.

**NOTA:** En el terreno o edificio pueden existir electrodos o sistemas de tierra para equipos de cómputo, pararrayos, telefonía, comunicaciones, subestaciones o acometida, apartarrayos, entre otros, y todos han de conectarse entre sí.

**Excepción:** No se exigirá que los electrodos recubiertos de concreto en los edificios o estructuras existentes, sean parte del sistema de electrodos de puesta a tierra, cuando las varillas de acero de refuerzo no estén accesibles sin dañar el concreto.

#### **250-52. Electrodos de puesta a tierra.**

##### **a) Electrodos permitidos para puesta a tierra.**

**1) Tubería metálica subterránea para agua.** Una tubería metálica subterránea para agua, que está en contacto directo con la tierra 3.00 metros o más (incluido el ademe metálico del pozo unido a la tubería) y eléctricamente continua (o convertida en eléctricamente continua al hacer la unión alrededor de las juntas aislantes o de la tubería aislante) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y a los conductores o puentes de unión, si se instalan.

**2) Acero estructural del edificio o estructura.** El acero estructural de un edificio o estructura, cuando está conectada a la tierra mediante uno o más de los siguientes métodos:

- (1) Cuando menos un elemento metálico estructural está en contacto directo con la tierra 3.00 metros o más, con o sin recubrimiento de concreto
- (2) Los tornillos de sujeción que sostienen la columna de acero estructural, conectados a un electrodo recubierto de concreto que cumple con el inciso (3) siguiente y está localizado en los pilotes o en la cimentación. Los tornillos de sujeción deben estar conectados al electrodo recubierto en concreto por medio de soldadura autógena o eléctrica, soldadura exotérmica, alambres de amarre de acero, o por otros medios aprobados.

**3) Electrodo recubierto en concreto.** Un electrodo recubierto en concreto debe consistir de al menos 6.00 metros de lo indicado en (1) o (2):

- (1) Una o más barras o varillas de refuerzo de acero desnudas o galvanizadas con zinc u otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no menos de 13 milímetros de diámetro e instaladas en una longitud continua de 6.00 metros, o por varias piezas conectadas entre sí por conductores de amarre de acero, por soldadura exotérmica, soldadura autógena o eléctrica, u otros medios efectivos para crear una longitud de 6.00 metros o mayor; o
- (2) Conductor desnudo de cobre tamaño no menor que 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG).

Los componentes metálicos deberán estar recubiertos de concreto con espesor mínimo de 5 centímetros y deberán estar ubicados horizontalmente dentro de una porción del concreto de la cimentación o de las zapatas que estén en contacto directo con la tierra. Si hay varios electrodos recubiertos de concreto en un edificio o estructura, se permitirá la unión de sólo uno de ellos en el sistema de electrodos de puesta a tierra.

**NOTA:** No se considera "en contacto directo" con la tierra el concreto instalado con aislamiento, barreras de vapor, películas aislantes o similares, que separen el concreto de la tierra.

**4) Anillo de puesta a tierra.** Un anillo en contacto directo con la tierra, que rodea el edificio o estructura, con una longitud mínima 6.00 metros de conductor de cobre desnudo de tamaño 33.6 mm<sup>2</sup> (2 AWG) o mayor.

**5) Electroodos de varilla y tubería.** Los electroodos de varilla y tubería no deben tener menos de 2.44 metros de longitud y deben estar compuestos de los siguientes materiales:

- a. Los electroodos de puesta a tierra de tubería o tubo conduit no deben ser menores de la designación 21 (tamaño comercial de ¾) y, si son de acero, su superficie exterior debe ser galvanizada o debe tener otro recubrimiento metálico para protección contra la corrosión.
- b. Los electroodos de puesta a tierra tipo varilla de acero inoxidable o de acero recubierto con cobre o zinc deben tener como mínimo 16 milímetros de diámetro.

**6) Otros electroodos.** Se permitirán otros electroodos de puesta a tierra aprobados.

**7) Electroodos de placa.** Cada electrodo de placa debe tener como mínimo 0.20 m<sup>2</sup> de superficie expuesta al suelo. Los electroodos de placas de hierro o acero, desnudos o con recubrimiento conductor, deben tener un espesor mínimo 6.40 milímetros. Los electroodos sólidos de metal no ferroso, no recubiertos, deben tener como mínimo 1.52 milímetros de espesor.

**8) Otros sistemas o estructuras metálicas subterráneas locales.** Otros sistemas o estructuras subterráneas metálicas locales, tales como sistemas de tuberías, tanques subterráneos y el ademe metálico de pozos subterráneos que no están unidos a una tubería metálica para agua.

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

- (1) Sistemas de tubería metálica subterránea para gas.
- (2) Aluminio

**NOTA:** Ver 250-104(b) para los requisitos de unión con la tubería para gas.

**250-53. Instalación del sistema de electrodo de puesta a tierra.**

**NOTA:** Ver 547-9 y 547-10 para los requisitos especiales de puesta a tierra y de unión para edificios agrícolas.

**a) Electroodos de varilla, tubería y placa.** Los electroodos de varilla, tubería y placa deben cumplir con los requerimientos indicados en (1) a (3) siguientes.

**1) Abajo del nivel permanente de humedad.** Si es factible, los electroodos de varilla, tubería y placa se deben instalar por debajo del nivel de humedad permanente. Los electroodos de varilla, tubería y placa deben estar libres de recubrimientos no conductivos como pintura o esmalte.

**2) Electrodo adicional requeridos.** Un sólo electrodo de varilla, tubería o placa deberá complementarse por un electrodo adicional del tipo especificado en 250-52(a)(2) a (a)(8). Se permite que el electrodo complementario sea uno de los siguientes:

- (1) Electrodo de varilla, tubería o placa.
- (2) Conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (3) Conductor puesto a tierra de acometida.
- (4) Canalización no flexible de acometida puesta a tierra.
- (5) Cualquier envolvente de acometida que esté puesto a tierra.

**Excepción:** Si un electrodo de puesta a tierra de una sola varilla, tubería o placa tiene una resistencia a tierra de 25 ohms o menos, no se requiere un electrodo adicional.

**3) Electrodo adicional.** Si los electrodos múltiples de varilla, tubería o placa, están instalados y reúnen los requerimientos de esta sección, deberán estar separados cuando menos de 1.80 metros.

**NOTA:** La eficiencia de las varillas en paralelo es incrementada separándolas 2 veces la longitud de la varilla más larga.

**b) Separación de los electrodos.** Cuando se utilizan más de uno de los electrodos del tipo especificado en 250-52(a)(5) o (a)(7), cada electrodo de un sistema de puesta a tierra (incluyendo los utilizados por las varillas de los pararrayos) no debe estar a menos de 1.80 metros de cualquier otro electrodo de otro sistema de puesta a tierra. Dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, se consideran como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra.

**c) Puente de unión.** Los puentes de unión utilizados para conectar los electrodos de puesta a tierra entre ellos, para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra, se deben instalar de acuerdo con 250-64(a), (b) y (e), deben estar dimensionados de acuerdo con 250-66 y se deben conectar de la manera especificada en 250-70.

**d) Tubería metálica subterránea para agua.** Cuando se utiliza como un electrodo de puesta a tierra, la tubería metálica subterránea para agua debe satisfacer los requisitos (1) y (2) siguientes.

**1) Continuidad.** La continuidad de la trayectoria de la puesta a tierra o de la conexión de la unión a la tubería interior no debe depender de los medidores de agua ni de los dispositivos de filtrado y equipo similar.

**2) Electrodo adicional exigido.** Una tubería metálica subterránea para agua debe tener como complemento un electrodo adicional de uno de los tipos especificados en 250-52(a)(2) hasta (a)(8). Si el electrodo adicional es un electrodo del tipo de varilla, tubería o placa, debe cumplir con lo especificado en el inciso (a) de esta sección. El electrodo adicional se debe unir a cualquiera de los siguientes:

- (1) Conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (2) Conductor puesto a tierra de entrada de acometida.
- (3) Canalización no flexible de acometida puesta a tierra.
- (4) Cualquier envolvente de acometida que esté puesto a tierra.
- (5) Como se indica en 250-32(b).

**Excepción:** Se permitirá que el electrodo adicional esté unido a la tubería interior para agua, en cualquier punto conveniente, como se indica en 250-68(c)(1), Excepción.

**e) Tamaño de la conexión de unión del electrodo adicional.** Cuando el electrodo adicional es un electrodo de varilla, tubería o placa, no se exigirá que aquella porción del puente de unión que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra adicional sea mayor a un conductor de cobre tamaño 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) o un conductor de aluminio tamaño 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG).

**f) Anillo de puesta a tierra.** El anillo de puesta a tierra se debe enterrar a una profundidad mínima de 75 centímetros.

**g) Electrodos de varilla y tubería.** El electrodo se debe instalar de manera que al menos una longitud de 2.44 metros esté en contacto con la tierra. Se debe enterrar a una profundidad mínima de 2.44 metros a menos que, cuando se encuentre roca en la parte baja, el electrodo se debe enterrar en un ángulo oblicuo no mayor de 45 grados respecto a la vertical o, cuando se encuentra un fondo rocoso en un ángulo de más de 45 grados, se debe permitir que el electrodo se entierre en una zanja de por lo menos 75 centímetros de profundidad. El extremo superior del electrodo debe estar a nivel o por debajo del nivel del suelo, a menos que el extremo superior que está encima del suelo y el dispositivo para conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra estén protegidos contra daños físicos, tal como se especifica en 250-10.

**h) Electrodo de placa.** Los electrodos de placa se deben instalar a una distancia mínima de 75 centímetros por debajo de la superficie de la tierra.

**250-54. Electroodos auxiliares de puesta a tierra.** Se permitirá conectar uno o más electrodos de puesta a tierra, a los conductores de puesta a tierra de equipos que se especifican en 250-118, y no se exigirá que cumplan con los requerimientos de unión del electrodo de 250-50 o 250-53(c), ni con los requisitos de resistencia de 250-53(a)(2) Excepción, pero la tierra no se debe usar como trayectoria eficaz de la corriente de falla a tierra, tal como se especifica en 250-4(a)(5) y 250-4 (b)(4).

**250-58. Electrodo común de puesta a tierra.** Cuando un sistema de corriente alterna se conecta a un electrodo de puesta a tierra dentro o en un edificio o estructura, se debe usar el mismo electrodo para los conductores de puesta a tierra de envolventes y equipo dentro de o en ese edificio o estructura. Cuando hay acometidas separadas, alimentadores o circuitos derivados que alimentan un edificio y se exige que estén conectados a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo de puesta a tierra.

Dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, se deben considerar como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra, en este sentido.

**250-60. Uso de las terminaciones de las varillas de pararrayos.** Los conductores y los electrodos de tuberías, varillas, o placa enterrados, usados para la puesta a tierra de varillas de pararrayos, no se deben utilizar en lugar de los electrodos de puesta a tierra exigidos en 250-50 para la puesta a tierra de sistemas de alambreado y equipo. Esta disposición no prohíbe los requerimientos de unión de los electrodos de puesta a tierra de los diferentes sistemas.

**NOTA 1:** Ver 250-106, para la separación de los dispositivos de las varillas de pararrayos. Ver 800-100(d), 810-21(j) y 820-100(d) para la unión de los electrodos.

**NOTA 2:** La unión entre sí de todos los electrodos de puesta a tierra separados, limitará las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambreado asociados.

**250-62. Material conductor del electrodo de puesta a tierra.** El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio o aluminio revestido de cobre. El material seleccionado debe ser resistente a cualquier condición corrosiva existente en la instalación o debe estar protegido adecuadamente contra la corrosión. El conductor debe ser sólido o trenzado, aislado, recubierto o desnudo.

**250-64. Instalación del conductor del electrodo de puesta a tierra.** Los conductores de electrodos de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura cuando están alimentados por alimentadores o circuitos derivados, o en un sistema derivado separado, se deben instalar como se especifica en (a) hasta (f) siguientes.

**a) Conductores de aluminio o de aluminio recubierto de cobre.** No se deben usar conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio desnudo o aluminio recubierto de cobre, cuando están en contacto directo con la mampostería o la tierra, o cuando estén sujetos a condiciones corrosivas. Si se usan conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio o de aluminio recubierto de cobre en exteriores, deben instalarse a una profundidad mínima de 45 centímetros.

**b) Aseguramiento y protección contra daño físico.** Cuando está expuesto, el conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente, se deben asegurar firmemente a la superficie sobre la que van a instalarse. Un conductor de electrodo de puesta a tierra de cobre o de aluminio 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) o mayor, se debe proteger si está expuesto a daño físico. Se permitirá la instalación, sin cubierta metálica ni protección, de un conductor de electrodo de puesta a tierra tamaño 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) cuando no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie de la construcción del edificio, cuando esté asegurado firmemente a la construcción; de lo contrario, debe estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, en tubo conduit de resina termofija reforzada, tubo conduit metálico ligero o cable armado. Los conductores de electrodo de puesta a tierra de tamaños menores a 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) deben estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado, tubo conduit metálico ligero o cable armado.

**c) Continuo.** Excepto como se indica en 250-30(a)(5) y (a)(6), 250-30(b)(1) y 250-68(c), los conductores de electrodo de puesta a tierra se debe instalar en tramos continuos, sin empalmes ni conexiones. Si es necesario realizar empalmes o conexiones, se deben hacer como se permite en (1) a (4) siguientes:

- (1) Se permitirá el empalme del conductor del electrodo de puesta a tierra, tipo alambre, solamente con conectores de compresión irreversibles y aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión o con soldadura exotérmica que esté identificada como conexión permanente.
- (2) Se permitirá que secciones de barras principales estén conectadas entre sí, para formar un conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (3) Conexiones atornilladas, remachadas o soldadas al acero estructural de edificios o estructuras.
- (4) Conexiones roscadas, soldadas o atornilladas con bridas a la tubería metálica de agua.

**d) Acometida con envolventes múltiples del medio de desconexión.** Si una acometida consiste de más de una envolvente como se permite en 230-71(a), las conexiones del electrodo de puesta a tierra se deben hacer de acuerdo a (1), (2) o (3) siguientes.

**1) Conductor común del electrodo de puesta a tierra y derivaciones.** Se deben instalar un conductor común del electrodo de puesta a tierra y las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66, basado en la suma del área de los conductores de fase más grandes de acometida. Si los conductores de acometida se conectan directamente a la acometida aérea o a la acometida subterránea, el conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado según la Tabla 250-66, Nota 1.

Un conductor de derivación del electrodo de puesta a tierra se debe llevar hasta el interior de cada envolvente del medio de desconexión de acometida. Las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra deben estar dimensionadas de acuerdo a 250-66 para el conductor más grande de acometida que alimenta a la envolvente individual. 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 x 50 milímetros. 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).

**2) Conductores individuales del electrodo de puesta a tierra.** Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra entre el conductor puesto a tierra en cada envolvente del medio de desconexión del equipo de acometida y el sistema del electrodo de puesta a tierra. Cada conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo a 250-66, basados en los conductores de acometida que alimentan a cada medio de desconexión de acometida individual.

**3) Ubicación común.** Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra a los conductores puestos a tierra de acometida en un ducto u otra envolvente accesible en el lado fuente del medio de desconexión de acometida. La conexión se debe hacer con soldadura exotérmica o con un conector aprobado como equipo para puesta a tierra y unión. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo a 250-66, basado en los conductores de acometida en el lugar común donde se hace la conexión.

**e) Envolventes para los conductores del electrodo de puesta a tierra.** Las 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. No se exigirá que las envolventes de metales no ferrosos sean eléctricamente continuas. Las envolventes de metales ferrosos que no son físicamente continuas desde el gabinete o el equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, se deben hacer eléctricamente continuas mediante una unión de cada extremo de la canalización o envolvente, al conductor del electrodo de puesta a tierra. Los métodos de unión que cumplan con 250-92(b) para instalaciones en los lugares del equipo de acometida y para lugares diferentes a los de los equipos de acometida con 250-92(b)(2) a (b)(4) se deben aplicar en cada terminación y todas las canalizaciones ferrosas, cajas y envolventes instaladas entre los gabinetes o equipos y el electrodo de puesta a tierra. El puente de unión para una canalización del conductor del electrodo puesta a tierra o de un cable armado debe ser del mismo tamaño o mayor que el conductor del electrodo de puesta a tierra que alojan. Si se usa una canalización como protección para el conductor del electrodo de puesta a tierra, la instalación debe cumplir con los requisitos del Artículo correspondiente a la canalización.

**f) Instalación a electrodos.** Los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión que interconectan los electrodos de puesta a tierra, se deben instalar de acuerdo con (1), (2) o (3). El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado para el conductor más grande del electrodo de puesta a tierra que es requerido entre todos los electrodos conectados a él:

- (1) Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se lleve a cualquier electrodo de puesta a tierra disponible en el sistema del electrodo de puesta a tierra, cuando los otros electrodos, si los hay, si están conectados mediante puentes de unión, de acuerdo a 250-53(c).
- (2) Se permite que los conductores del electrodo de puesta a tierra se lleven individualmente a uno o más de los electrodos de puesta a tierra.

- (3) Se permitirá que los puentes de unión desde los electrodos de puesta a tierra estén conectados a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 x 50 milímetros. La barra principal se debe sujetar firmemente y se debe instalar en un lugar accesible. Las conexiones se deben hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se tienda hasta la barra principal. Cuando se utilizan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

**250-66. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna.** El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado de un sistema de corriente alterna puesto a tierra o no puesto a tierra, no debe ser menor al dado en la Tabla 250-66, excepto como se permite en (a) hasta (c) siguientes.

**NOTA:** Ver 250-24(c) para el tamaño de un conductor del sistema de corriente alterna llevado al equipo de acometida.

**Tabla 250-66.- Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna**

Tamaño del mayor conductor de entrada a la acometida o área equivalente para conductores en paralelo <sup>a</sup>				Tamaño del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio <sup>b</sup>	
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	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	85.0	3/0	127	250

Cuando no hay conductores de acometida, el tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra se deberá determinar por el tamaño equivalente del conductor más grande de acometida requerido para la carga a alimentar.

<sup>a</sup> Esta tabla también aplica para los conductores derivados de sistemas derivados separados de corriente alterna.

<sup>b</sup> Ver 250-64(a) para restricciones de la instalación.

**a) Conexiones a los electrodos de varilla, tubería o placa.** Cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra está conectado a electrodos de varilla, tubería o placa, como se permite en 250-52(a)(5) o (a)(7), no se requerirá que esa porción del conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor de 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) si es alambre de cobre, o de 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) si es alambre de aluminio.

**b) Conexiones a electrodos recubiertos de concreto.** Cuando un conductor del electrodo de puesta a tierra esté conectado a un electrodo recubierto de concreto, como se permite en 250-52(a)(3), no se requerirá que esa porción de conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor de 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) de alambre de cobre.

**c) Conexiones a anillos de puesta a tierra.** Cuando un conductor de un electrodo de puesta a tierra está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se permite en 250-52(a)(4), no se requerirá que esa porción de conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor que el conductor utilizado para el anillo de puesta a tierra.

**250-68. Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y del puente de unión a los electrodos de puesta a tierra.** La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado y el puente de unión asociado, se debe hacer como se especifica en (a) hasta (c) siguientes.

**a) Accesibilidad.** Todos los elementos mecánicos usados para terminar un conductor del electrodo de puesta a tierra o un puente de unión, a un electrodo de puesta a tierra, deben ser accesibles.

**Excepción 1:** No se exigirá que una conexión enterrada o revestida, a un electrodo de puesta a tierra enterrado, revestido en concreto o clavado con máquina, sea accesible.

**Excepción 2:** No se exigirá que sean accesibles las conexiones exotérmicas o de compresión irreversibles utilizadas en las terminaciones, junto con los medios mecánicos utilizados para fijar dichas terminaciones a la estructura metálica a prueba de incendio, sean o no reversibles los medios mecánicos.

**b) Trayectoria efectiva de puesta a tierra.** La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra o de un puente de unión hasta un electrodo de puesta a tierra, se debe hacer de una manera que asegure una trayectoria efectiva de puesta a tierra. Cuando sea necesario asegurar la trayectoria de puesta a tierra de un sistema de tubería metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra, se debe instalar una unión alrededor de las juntas aisladas, y alrededor de cualquier equipo que tenga la posibilidad de ser desconectado para reparación o reemplazo. Los puentes de unión deben tener una longitud suficiente para permitir la remoción de dicho equipo y siempre mantener la integridad de la trayectoria de puesta a tierra.

**c) Tubería metálica y acero estructural.** Se permitirá que los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión se conecten en los siguientes lugares y se utilicen para extender la conexión a un electrodo(s):

- (1) Se permitirá que la tubería interior metálica para agua ubicada a no más de 1.50 metros del punto de entrada del edificio, se utilice como un conductor para interconectar los electrodos que son parte del sistema de electrodos de puesta a tierra.

**Excepción:** En edificios o estructuras industriales, comerciales e institucionales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente personas calificadas darán servicio a la instalación, se permitirá que la tubería interior metálica para agua, localizada a más de 1.50 metros del punto de entrada al edificio, se utilice como conductor de unión para interconectar electrodos que son parte del sistema del electrodo de puesta a tierra, o como electrodo de puesta a tierra, siempre y cuando toda la tubería esté visible, excepto las secciones cortas que pasan perpendicularmente a través de paredes, pisos o plafones, de la tubería metálica interior para agua expuesta y que es utilizada para el conductor.

- (2) El acero estructural de un edificio que está directamente conectado al electrodo de puesta a tierra como se especifica en 250-52(a)(2) o en (a), (b) o (c) siguientes, se permitirá como conductor de unión para interconectar los electrodos que son parte del sistema de electrodos de puesta a tierra o como un conductor del electrodo de puesta a tierra.
  - a. Por la conexión del acero estructural a las varillas de refuerzo de un electrodo recubierto en concreto como se indica en 250-52(a)(3), o al anillo de puesta a tierra como se indica en 250-52(a)(4).
  - b. Por la unión del acero estructural a uno o más electrodos de puesta a tierra, como se especifica en 250-52(a)(5) o (a)(7), que cumplan con 250-53(a)(2)
  - c. Por otros medios aprobados para establecer la conexión a tierra.

**250-70. Métodos de conexión del conductor de puesta a tierra y de unión a los electrodos.** Los conductores de puesta a tierra y de unión se deben conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica que esté identificada como conexión permanente, terminales de conexión aprobadas, conectores de presión aprobados, abrazaderas, terminales u otros medios aprobados. No se deben usar conexiones que dependan de soldadura. Las abrazaderas de puesta a tierra deben ser aprobadas como compatibles con los materiales del electrodo de puesta a tierra y con el conductor del electrodo de puesta a tierra, y cuando se usan en electrodos de tubería, varilla u otros electrodos enterrados, también deben estar aprobadas para enterrarse directamente en el suelo o empotrarse en concreto. No se debe conectar más de un conductor al electrodo de puesta a tierra mediante una abrazadera o conector sencillo, a menos que éstos estén diseñados para múltiples conductores. Se debe usar uno de los siguientes métodos:

- (1) Un conector para tubería, un tapón para tubería u otro dispositivo aprobado para atornillarse a la tubería o al conector de tubería.
- (2) Una abrazadera atornillada, de bronce o latón fundido, o hierro común o maleable.
- (3) Solamente para propósitos de telecomunicaciones en interiores, una abrazadera de puesta a tierra de lámina metálica tipo cinta, que tenga una base metálica rígida que se asiente en el electrodo, y cuya cinta es de un material y dimensiones tales, que no tienen probabilidad de estirarse durante o después de la instalación.
- (4) Un medio aprobado equivalente.

#### **D. Puesta a tierra de envolventes, canalizaciones y cables de acometida.**

**250-80. Canalizaciones y envolventes de acometida.** Las envolventes y canalizaciones metálicas para los conductores y equipo de acometida se deben conectar al conductor puesto a tierra del sistema si el sistema eléctrico está puesto a tierra, o al conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas eléctricos que no están puestos a tierra.

**Excepción:** No se exigirá que un codo metálico usado en una instalación subterránea de tubo conduit no metálico pesado y que está aislado de posibles contactos por una cubierta de cuando menos 45 centímetros, esté conectado al conductor puesto a tierra del sistema o al conductor del electrodo de puesta a tierra.

**250-84. Cable o canalización de acometida subterránea.**

**a) Cable de acometida subterránea.** No se exigirá que la cubierta o armadura de un sistema de cable de acometida subterránea con blindaje o armadura metálica continua que estén conectados al conductor puesto a tierra del sistema en el lado fuente de la alimentación, se conecten al conductor puesto a tierra del sistema en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o la armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

**b) Canalización de acometida subterránea que contiene cable.** No se exigirá que una canalización metálica de acometida subterránea que contiene un cable con forro o armadura metálica conectada al conductor puesto a tierra del sistema, esté conectada al conductor puesto a tierra del sistema en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o la armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

**250-86. Otras envolventes y canalizaciones para conductores.** Excepto como se permite en 250-112(i), las envolventes y canalizaciones metálicas para otros conductores que no sean los de acometida, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

**Excepción 1:** No se exigirá que las envolventes y canalizaciones metálicas para conductores adicionales a las instalaciones existentes de línea abierta y cable con revestimiento no metálico, estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando estas envolventes o métodos de alambrado cumplen con (1) a (4) siguientes:

- (1) No proveen una tierra a equipos.
- (2) Están en tramos de menos de 7.50 metros.
- (3) Están libres de contacto probable con la puesta a tierra, metal puesto a tierra, una malla de metal u otro material conductivo.
- (4) Están resguardadas para evitar el contacto de personas.

**Excepción 2:** No se exigirá que tramos cortos de envolventes o canalizaciones metálicas, usadas para brindar soporte o protección a los ensambles de cable contra daño físico, estén conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

**Excepción 3:** No se exigirá que un codo metálico esté conectado al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando está instalado en una canalización no metálica y esté separado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una cubierta de cuando menos 45 centímetros o cuando está recubierto en no menos de 5 centímetros de concreto.

## E. Unión

**250-90. Generalidades.** Se debe proporcionar una unión cuando sea necesario, para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla a que pueda estar sometido.

**250-92. Acometidas.**

**a) Unión de equipos de acometidas.** Las partes metálicas que normalmente no son portadoras de corriente, del equipo indicado en (1) y (2) siguientes, se deben unir entre sí.

- (1) Todas las canalizaciones de acometidas, charolas para cables, chasis para cablebus, canaletas auxiliares, o, el forro o armadura del cable de acometida, que contienen o soportan conductores de acometida, excepto como se permite en 250-80.
- (2) Toda las envolventes que contienen conductores de acometida, incluidos accesorios de medidores, cajas o similares, insertados en la canalización o armadura de acometida.

**b) Método de unión en la acometida.** Los puentes de unión que reúnan los requerimientos de este Artículo se deberán utilizar alrededor de conexiones desiguales tales como, reducciones o aumentos y discos removibles concéntricos o excéntricos. Las reducciones o contratuercas no deberán ser los únicos medios de unión requeridos por esta sección, pero se permitirá que se instalen para hacer la conexión mecánica de las canalizaciones.

La continuidad eléctrica en el equipo, las canalizaciones y las envolventes de conductores de acometida se debe asegurar por uno de los siguientes métodos:

- (1) Unión del equipo al conductor puesto a tierra de acometida, de la manera indicada en 250-8.

- (2) Conexiones que utilizan coples roscados o conectores roscados en envolventes, si el apriete se hace con llave.
- (3) Coples y conectores sin rosca, si se requiere un apriete para canalizaciones metálicas y cables con armadura metálica.
- (4) Otros dispositivos, tales como contratruercas y monitores del tipo de unión o monitores con puentes de unión.

**250-94. Unión con otros 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:

- (1) Ser accesible para inspección y conexión.
- (2) Consistir de un juego de terminales con capacidad para conectar cuando menos tres conductores de unión entre sistemas.
- (3) No debe interferir con la apertura de la envoltorio del medio de desconexión de acometida del edificio o estructura y del equipo de medición.
- (4) En el equipo de acometida, estar montado en forma segura y eléctricamente conectado a una envoltorio del equipo de acometida, a la envoltorio del medidor, o a la canalización metálica no flexible de acometida, o estar montada a una de estas envolventes y estar conectada a esa envoltorio o al conductor del electrodo de puesta a tierra con un conductor de cobre de tamaño mínimo de  $13.3 \text{ mm}^2$  (6 AWG).
- (5) En los medios de desconexión de un edificio o estructura, se debe montar en forma segura y conectar eléctricamente a la envoltorio metálica del medio de desconexión del edificio o estructura, o estar montada en los medios de desconexión y conectada a la envoltorio metálica o al conductor de puesta a tierra con un conductor de cobre de tamaño mínimo de  $13.3 \text{ mm}^2$  (6 AWG) de cobre.
- (6) Las terminales deben estar aprobadas para puesta a tierra y unión de equipos.

**Excepción:** En edificios o estructuras existentes, cuando exista cualquiera de los conductores de unión y de electrodos de puesta a tierra entre sistemas que se exigen en 770-100(b)(2), 800-100(b)(2), 810-21(f)(2), 820-100(b)(2) y 830-100(b)(2), no se exige la instalación de la terminación de unión entre sistemas. Se permitirá un medio accesible externo a envolventes, para conectar los conductores del electrodo de puesta a tierra y de unión entre sistemas al equipo de acometida y a los medios de desconexión para cualquier edificio o estructura adicional, mediante cuando menos uno de los siguientes medios:

- (1) Canalizaciones metálicas no flexibles expuestas.
- (2) Conductor del electrodo de puesta a tierra expuesto.
- (3) Un medio aprobado para la conexión externa de un conductor de cobre u otro conductor resistente a la corrosión, de unión o del electrodo de puesta a tierra, hasta la canalización o equipo puestos a tierra.

**NOTA 1:** Un conductor de cobre de tamaño  $13.3 \text{ mm}^2$  (6 AWG) con un extremo unido a la canalización no flexible metálica o equipo puesto a tierra y con 15 centímetros o más en el otro extremo, accesible en la pared exterior, es un ejemplo de un medio aprobado en el inciso (3) de esta Excepción.

**NOTA 2:** Ver 770-100, 800-100, 810-21, 820-100 y 830-100 para los requerimientos de unión y de puesta a tierra entre sistemas para cables de fibra óptica conductivos, circuitos de comunicación, equipo de radio y televisión, circuitos de CATV y sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por la red, respectivamente.

#### **250-96. Unión de otras envolventes.**

**a) Generalidades.** Las canalizaciones metálicas, charolas para cables, armadura de cables, blindaje de cables, envolventes, bastidores, herrajes y otras partes metálicas no portadoras de corriente que están destinadas para uso como conductores de puesta a tierra de equipos, con o sin el uso de conductores de puesta a tierra de equipos suplementario, se deben unir cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla que probablemente les sea impuesta. Cualquier pintura, esmalte o recubrimiento similar no conductor se debe remover de las roscas, puntos de contacto y superficies de contacto, o las conexiones se deben hacer por medio de herrajes diseñados para hacer que esta remoción sea innecesaria.

**b) Circuitos de puesta a tierra aislados.** Cuando estén instalados para reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá que la envoltorio del equipo alimentado por un circuito derivado esté aislada de la canalización que contiene los circuitos que alimentan únicamente ese equipo, mediante uno o más de los accesorios no metálicos para canalizaciones, localizados

en el punto de fijación de la canalización a la envolvente del equipo. La canalización metálica debe cumplir con las disposiciones de este Artículo y se debe complementar mediante un conductor de puesta a tierra aislado interno del equipo, instalado de acuerdo con 250-146(d) para la puesta a tierra de la envolvente del equipo.

**NOTA:** El uso de un conductor de puesta a tierra aislado del equipo, no exime el requisito de la puesta a tierra del sistema de canalización.

**250-97. Unión para más de 250 volts.** Para circuitos de más de 250 volts a tierra, la continuidad eléctrica de las canalizaciones metálicas y de los cables con pantalla metálica que contienen algún conductor diferente de los de acometida, se debe asegurar mediante uno o más de los métodos especificados para acometidas en 250-92(b), excepto para(b)(1).

**Excepción:** En caso de que no haya discos removibles sobredimensionados, concéntricos o excéntricos, o cuando una caja o envolvente con discos removibles concéntricos o excéntricos para la sujeción de tubos estén aprobadas para proporcionar una unión confiable, se permitirán los siguientes métodos:

- (1) Coples no roscados y conectores para cables con blindajes metálicos.
- (2) Dos contratuercas en tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado, una adentro y otra afuera de las cajas y gabinetes.
- (3) Accesorios con rebordes que se asientan firmemente contra la caja o gabinete, tales como conectores de tubería metálica eléctrica, conectores de tubo conduit metálico flexible y conectores de cable, con una contratuerca en la parte interior de cajas y gabinetes.
- (4) Accesorios aprobados.

**250-98. Unión de canalizaciones metálicas unidas holgadamente.** Las juntas de expansión y secciones telescópicas de las canalizaciones metálicas se deben hacer eléctricamente continuas mediante puentes de unión del equipo u otros medios.

**250-100. Unión en lugares peligrosos (clasificados).** Independientemente de la tensión del sistema eléctrico, la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente, de equipos, canalizaciones y otras envolventes en lugares peligrosos (clasificados), tal como se definen en 500-5 se debe asegurar por alguno de los métodos de unión que se especifican en 250-92(b)(2) hasta (b)(4). Se debe usar uno o más de estos métodos de unión, estén instalados o no, conductores de puesta a tierra de equipos del tipo de alambre.

#### **250-102. Conductores y puentes de unión.**

**a) Material.** Los puentes de unión de equipos deben ser de cobre 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.** El puente de unión del lado de alimentación no debe tener un tamaño menor a los indicados en la Tabla 250-66 para los conductores de electrodos de puesta a tierra. Cuando los conductores de fase de acometida son mayores de 557 mm<sup>2</sup> (1100 kcmil) de cobre, o 887 mm<sup>2</sup> (1750 kcmil) de aluminio, el puente de unión del lado de la alimentación debe tener un área no menor al 12.50 por ciento del área del grupo de conductores de fase de alimentación más grande.

**2) Tamaño para instalaciones de conductores en paralelo.** 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 250-66 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).

**3) Materiales diferentes.** Cuando los conductores de alimentación de fase y el puente de unión del lado de la alimentación son de materiales diferentes (cobre o aluminio), el tamaño mínimo del puente de unión del lado de la alimentación se debe calcular suponiendo el uso de conductores de fase del mismo material que el puente de unión del lado de la alimentación y con una ampacidad equivalente a la de los conductores de alimentación de fase instalados.

**d) Tamaño – Puente de unión del equipo en el lado carga de un dispositivo contra sobrecorriente.**

El tamaño del puente de unión del equipo en el lado carga de los dispositivos de sobrecorriente debe estar de acuerdo con 250-122.

Se permitirá que un solo puente de unión de equipos, conecte dos o más canalizaciones o cables, si el puente de unión está dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, para el mayor dispositivo de sobrecorriente que alimenta esos circuitos.

**e) Instalación.** Se permitirá que los conductores o puentes de unión y los puentes de unión del equipo se instalen dentro o fuera de la canalización o envolvente.

**1) Dentro de la canalización o envolvente.** Si está instalado dentro de una canalización, el puente de unión del equipo y puentes de unión o conductores deben cumplir con los requisitos de 250-119 y 250-148.

**2) Fuera de la canalización o envolvente.** Si está instalado en el exterior, la longitud del puente de unión o del puente de unión de conductor o equipo, no debe ser mayor a 1.80 metros y debe ir junto a la canalización o envolvente.

**Excepción:** Se permitirá un puente de unión de equipos o un puente de unión del lado de alimentación con longitud mayor a 1.80 metros cuando está ubicado el poste afuera, con el propósito de unión o puesta a tierra de secciones aisladas de canalizaciones o codos metálicos instalados en tramos verticales expuestos de tubo conduit metálico u otra canalización metálica y para los electrodos de puesta a tierra y, además, no se requiere que vayan junto con la canalización o envolvente.

**3) Protección.** Los conductores o puentes de unión y los puentes de unión del equipo y de conductores deben instalarse de acuerdo con 250-64(a) y (b).

**250-104. Unión de sistemas de tubería y acero estructural expuesto.**

**a) Tubería metálica para agua.** Un sistema de tubería metálica para agua se debe unir como se exige en (1), (2) o (3) siguientes. Los puentes de unión se deben instalar de acuerdo con 250-64(a), (b), y (e). Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles.

**1) General.** Sistemas de tubería metálica para agua instalados o fijados dentro de un edificio o estructura se deben unir a la envolvente del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida, o al conductor del electrodo de puesta a tierra si es de tamaño suficiente, o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. Los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-66, excepto como se permite en (2) y (3) siguientes.

**2) Edificios de ocupaciones múltiples.** Edificios de varios lugares con distintos usos. En edificios de varios lugares con distintos usos, en donde el(los) sistema(s) de tubería metálica para agua instalado(s) en, o fijado(s) al edificio o estructura destinada a las ocupaciones individuales está aislado metálicamente de todos los otros lugares mediante el uso de tubería no metálica para agua, se permitirá que el(los) sistema(s) de tubería metálica para agua de cada lugar esté unida a la terminal de puesta a tierra de equipos de la envolvente del tablero de alumbrado y control o del tablero de distribución (diferente del equipo de acometida) que alimenta ese lugar. El puente de unión se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-122, basado en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta el lugar.

**3) Varios edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o circuitos derivados.** Los sistemas de tubería metálica para agua instalados en, o fijados al edificio o estructura se deben unir a la envolvente de los medios de desconexión del edificio o estructura cuando está localizada en el edificio o estructura, o al conductor de puesta a tierra de equipos que va junto con los conductores de alimentación, o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. Los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con 250-66, basado en el tamaño de los conductores del alimentador o del circuito derivado que alimentan el edificio. No se exigirá que el puente de unión sea de mayor tamaño que el conductor de fase de mayor tamaño del alimentador o del circuito derivado que alimenta al edificio.

**b) Otra tubería metálica.** Si está instalada en, o fijada a, un edificio o estructura, un sistema de tubería metálica, incluyendo tubería para gas, que puedan llegar a energizarse, se deben unir a la envolvente del equipo de acometida; al conductor puesto a tierra de la acometida; al conductor del electrodo de puesta a tierra, si es de tamaño suficiente; o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. Los conductores de unión o los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con 250-122, usando la capacidad nominal del circuito que pudiera llegar a energizar los sistemas de tubería. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito que puede energizar la tubería, sirva como el medio de unión. Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles.

**NOTA 1:** La unión de todas las tuberías y conductos metálicos de aire dentro de los inmuebles proporcionará seguridad adicional.

**c) Metal estructural.** El metal estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura metálica del edificio y no está unido o puesto a tierra intencionalmente y que pudiera llegar a estar energizado, se debe unir a la envolvente del equipo de acometida; al conductor puesto a tierra en la acometida; a la envolvente de los medios de desconexión de edificios o estructuras alimentadas por un alimentador o circuito derivado; al conductor del electrodo de puesta a tierra, si es de tamaño suficiente; o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados.

Los tamaños de los puentes de unión se deben seleccionar de acuerdo con la Tabla 250-66 e instalarse de acuerdo con 250-64(a), (b) y (e). Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles, a menos que se instalen de acuerdo a 250-68(a), Excepción 2.

**d) Sistemas derivados separados.** Los sistemas de tubería metálica para agua y el acero estructural interconectado para formar la estructura metálica del edificio, se deben unir a sistemas derivados separados, según (1) hasta (3) siguientes.

**1) Sistemas de tubería metálica para agua.** Los conductores puestos a tierra de cada sistema derivado separado se deben unir al punto disponible más cercano de los sistemas de tubería metálica para agua en el área alimentada por cada sistema derivado separado. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la Tabla 250-66 con base en el conductor de fase de mayor tamaño del sistema derivado separado.

**Excepción 1:** No se exigirá un puente de unión separado al sistema de tubería metálica para agua cuando dicho sistema se utilice como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado y el sistema de tubería para agua esté en el área alimentada.

**Excepción 2:** No se exigirá un puente de unión separado de la tubería para agua cuando la estructura metálica de un edificio o una estructura se utilicen como electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separado y esté unido a la tubería metálica para agua en el área alimentada por el sistema derivado separado.

**2) Metal estructural.** Cuando exista metal estructural expuesto que esté interconectado para formar la estructura del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separado se debe unir al conductor puesto a tierra de cada sistema derivado separado. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la Tabla 250-66, con base en el conductor de fase de mayor tamaño del sistema derivado separado.

**Excepción 1:** No se exigirá un puente separado de unión al acero estructural del edificio, cuando la estructura metálica de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado.

**Excepción 2:** No se exigirá un puente de unión separado al metal estructural del edificio, cuando la tubería para agua de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separado, y esté unido al acero estructural del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separado.

**3) Conductor común del electrodo de puesta a tierra.** Cuando se instala un conductor común del electrodo de puesta a tierra para varios sistemas derivados separados, tal como se permite en 250-30(a)(6), y cuando existe acero estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura del edificio o hay tubería metálica interior en el área alimentada por el sistema derivado separado, la tubería metálica y el elemento metálico estructural se deben unir al conductor común del electrodo de puesta a tierra, en el área alimentada por el sistema derivado separado.

**Excepción:** No se exigirá un puente de unión separado desde cada sistema derivado hasta la tubería metálica para agua y a los elementos metálicos estructurales, cuando la tubería metálica y los elementos metálicos estructurales en el área alimentada por el sistema derivado separado estén unidos al conductor común del electrodo de puesta a tierra.

**250-106. Sistemas de protección contra descargas atmosféricas.** Los electrodos de puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas se deben unir al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura.

**NOTA 1:** Ver 250-60 para el uso de las varillas de pararrayos

**NOTA 2:** Las canalizaciones metálicas, envolventes, carcasas y otras partes metálicas no portadoras de corriente del equipo eléctrico instalado en un edificio equipado con un sistema de protección contra descargas atmosféricas, pueden requerir unión o separación de los conductores de protección contra descargas atmosféricas.

**F. Puesta a tierra de equipo y conductores de puesta a tierra de equipo**

**250-110. Equipo sujetado en su lugar o conectado mediante métodos de alambrado permanente (fijos).** Las partes metálicas expuestas, normalmente no portadoras de corriente de equipos fijos alimentados por o conductores alojados en una envolvente o componentes que tienen probabilidad de ser energizadas, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Si están dentro de una distancia de 2.50 metros verticalmente o 1.50 metros horizontalmente de objetos metálicos puestos a tierra o de puesta a tierra y que las personas puedan hacer contacto con ellos.
- (2) Si están localizados en un lugar húmedo o mojado y no están aislados.
- (3) Si están en contacto eléctrico con metales.
- (4) Si están en un lugar peligroso (clasificado), como se indica en los Artículos 500 a 517.
- (5) Si son alimentados por un método de alambrado que provee un conductor de puesta a tierra al equipo, excepto como se permite en 250-86, Excepción 2, para secciones cortas de envolventes metálicas.
- (6) Si el equipo opera con cualquier terminal a más de 150 volts a tierra.

**Excepción 1:** Si están aprobados, las carcasas metálicas de aparatos calentados eléctricamente, que tienen su carcasa permanente y eficazmente aislada de tierra, no se requerirá la puesta a tierra del aparato.

**Excepción 2:** Los equipos de distribución, tales como tanques de transformadores y capacitores, montados en postes de madera a una altura superior a 2.50 metros sobre el nivel del suelo o de la tierra, no se requerirá que sean puestos a tierra.

**Excepción 3:** No se exigirá que el equipo protegido por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, se conecte al conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando se emplee este sistema, el equipo se debe marcar en forma notoria.

**250-112. Equipo específico sujetado en su lugar o conectado por métodos de alambrado permanentes (fijos).** Excepto como se permite en los incisos (f) e (i), las partes metálicas normalmente no portadoras de corriente expuestas de los equipos descritos en (a) hasta (k), y las partes metálicas normalmente no portadoras de corriente de los equipos y envolventes descritos en (l) y (m) se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, independientemente de la tensión.

**a) Gabinetes de tableros de distribución y estructuras.** Los gabinetes de tableros de distribución y estructuras que soportan equipo de desconexión, excepto los gabinetes de tableros de distribución de corriente continua de 2 hilos, si están eficazmente aislados de la tierra.

**b) Organos de tubos.** Los bastidores del generador y del motor en un órgano de tubos, operado eléctricamente, a menos que esté aislado eficazmente de tierra y del motor que lo acciona.

**c) Carcasas de motor.** Carcasas de motor, como se establece en 430-242.

**d) Envolventes de controladores de motores.** Envolventes de controladores de motores, a menos que estén fijados a un equipo portátil no puesto a tierra.

**e) Ascensores y grúas.** Equipo eléctrico para ascensores y grúas.

**f) Garajes, teatros y estudios de cine.** Equipo eléctrico en talleres y estacionamientos comerciales, teatros y estudios de cine, excepto portalámparas colgantes alimentadas por circuitos de no más de 150 volts a tierra.

**g) Anuncios eléctricos.** Anuncios eléctricos, iluminación de contorno y equipo asociado, como se establece en 600-7.

**h) Equipo para proyección de películas de cine.** Equipo de proyección de cine.

**i) Circuitos de control remoto, de señalización y de alarmas contra incendios.** El equipo alimentado por circuitos Clase 1 debe ser puesto a tierra, a menos que funcione a menos de 50 volts. El equipo alimentado por circuitos de potencia limitada Clase 1, por circuitos de control remoto y señalización Clase 2 y Clase 3, y por circuitos de alarmas contra incendios, deben ser puestos a tierra si en la Parte B o H de este Artículo se exige la puesta a tierra del sistema.

**j) Luminarias.** Luminarias como se establece en la Parte E del Artículo 410.

**k) Equipo montados en patines.** El equipo eléctrico y los patines instalados en forma permanente, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, dimensionado como se exige en 250-122.

**l) Bombas de agua operadas a motor.** Bombas de agua operadas a motor, incluidas las de tipo sumergible.

**m) Ademe metálico de pozos.** Cuando una bomba sumergible se usa con ademe metálico, este ademe del pozo se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito de la bomba.

**250-114. Equipo conectado con cordón y clavija.** En cualquiera de las condiciones siguientes descritas en (1) a (4), las partes metálicas expuestas normalmente no portadoras de corriente de equipos conectados con cordón y clavija, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

**Excepción:** No se exigirá que las herramientas, aparatos y equipos aprobados, incluidos en (2) hasta (4) estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos, si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento se debe marcar claramente.

- (1) En lugares peligrosos (clasificados) (ver los Artículos 500 a 517).
- (2) Si operan a más de 150 volts a tierra.

**Excepción 1:** Si los motores están resguardados, no se exigirá que estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos.

**Excepción 2:** Si están aprobados, los chasis metálicos de aparatos calentados eléctricamente, que tienen su chasis permanente y eficazmente aislado de tierra, no se requerirá que se conecte al conductor de puesta a tierra de equipos.

- (3) En aplicaciones residenciales.
  - a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.
  - b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos, estufas eléctricas, trituradoras de desperdicios para cocinas; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.
  - c. Herramientas manuales operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales ligeras operadas a motor.
  - d. Aparatos operados a motor de los siguientes tipos: tijeras podadoras, cortadoras de césped, sopladoras de nieve y lavadoras de pisos.
  - e. Lámparas portátiles de mano.
- (4) Otras aplicaciones distintas de las residenciales
  - a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.
  - b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.
  - c. Herramientas manuales portátiles operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales ligeras operadas a motor.
  - d. Aparatos operados a motor de los siguientes tipos: podadoras eléctricas, cortadoras césped, sopladoras de nieve y purificadores de aire.
  - e. Lámparas portátiles de mano
  - f. Aparatos conectados con cordón y clavija, usados en lugares húmedos o mojados, o por personas que se encuentran sobre el suelo o en pisos metálicos, o que trabajan dentro de tanques o calderas metálicas.
  - g. Herramientas que es probable se usen en lugares mojados o lugares conductivos.

**Excepción:** No se exigirá que las herramientas y lámparas portátiles de mano que se usen en lugares mojados o en lugares conductivos estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos, si se alimentan a través de un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra de no más de 50 volts.

**250-116. Equipo no eléctrico.** Las partes metálicas de equipo no eléctrico descrito en esta sección, deben estar conectados al conductor de puesta a tierra de equipos:

- (1) Las estructuras y carriles de grúas y montacargas operados eléctricamente.
- (2) Las estructuras de las cabinas de ascensores no accionados eléctricamente, a las cuales están sujetos conductores eléctricos.
- (3) Cables metálicos de desplazamiento operados manualmente, o cables de ascensores eléctricos.

**NOTA:** Cuando una extensión considerable de metal en edificios o sobre ellos pueda llegar a ser energizada y esté expuesta a contacto personal, la unión y la puesta a tierra adecuadas brindarán seguridad adicional.

**250-118. Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos.** El conductor de puesta a tierra de equipos, llevado junto con los conductores del circuito o que los encierra, debe ser uno o más o una combinación de los siguientes:

- (1) Un conductor de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. Este conductor debe ser sólido o cableado; aislado, cubierto o desnudo; en forma de un alambre o una barra de cualquier forma.
- (2) Tubo conduit metálico pesado Tipo RMC.
- (3) Tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC.
- (4) Tubo conduit metálico ligero Tipo EMT.
- (5) Tubo conduit metálico flexible Tipo FMC, que cumpla todas las siguientes condiciones.
  - a. El tubo conduit termina en accesorios aprobados.
  - b. Los conductores del circuito alojados en el tubo conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente con valor de 20 amperes o menos.
  - c. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de falla a tierra, no sea mayor a 1.80 metros.
  - d. Si se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para proporcionar flexibilidad para un equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.
- (6) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFMC, cumpliendo todas las siguientes condiciones:
  - a. El tubo conduit termina en accesorios aprobados.
  - b. Para designaciones métricas de 12 hasta 16 (tamaños comerciales de  $\frac{3}{8}$  a  $\frac{1}{2}$  pulgada), los conductores del circuito contenidos en el tubo conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de 20 amperes o menos.
  - c. Para designaciones métricas de 21 hasta 35 (tamaños comerciales de  $\frac{3}{4}$  a  $1\frac{1}{4}$  pulgada) los conductores del circuito contenidos en el tubo conduit están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de no más de 60 amperes, y no hay tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible ni tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos en designaciones métricas de 12 hasta 16 (tamaños comerciales de  $\frac{3}{8}$  a  $\frac{1}{2}$  pulgada) en la trayectoria de la falla a tierra.
  - d. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de la corriente de falla no es mayor a 1.80 metros.
  - e. Si se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para proporcionar flexibilidad para un equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.
- (7) Tubo conduit metálico flexible ligero Tipo FMT, que termina en accesorios aprobados y que cumple todas las siguientes condiciones:
  - a. Los conductores del circuito contenidos en la tubería están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de 20 amperes o menos.
  - b. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de la corriente de falla a tierra, no es mayor a 1.80 metros.
- (8) La armadura del cable tipo AC, como se establece en 320-108.
- (9) La cinta de cobre de cable con aislamiento mineral y forro metálico Tipo MI.
- (10) Cable con blindaje metálico Tipo MC que brinda una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra de acuerdo con uno o más de lo siguiente:
  - a. Contiene un conductor de puesta a tierra aislado o no aislado en cumplimiento con 250-118(1).

- b. La combinación de la cubierta metálica y el conductor no aislado de unión/puesta a tierra de equipos del cable tipo MC de cinta metálica entrelazada que está identificado como un conductor de puesta a tierra de equipos.
- c. La cubierta metálica o la combinación de la cubierta metálica y los conductores de puesta a tierra del cable tipo MC de tubo liso o corrugado, que está aprobada como un conductor de puesta a tierra.

(11) Charola portacables, como se permite en 392-10 y 392-60.

(12) El armazón de ensamblajes de cables aislados, como se permite en 370-3.

(13) Otras canalizaciones metálicas aprobadas, eléctricamente continuas y canales auxiliares aprobados.

(14) Canalizaciones metálicas superficiales adecuadas aprobadas para puesta a tierra.

**NOTA:** Ver 250-2 para la definición de la trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra.

**250-119. Identificación de conductores de puesta a tierra de equipos.** A menos que se exija algo diferente en esta NOM, se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra de equipos, cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas, excepto como se permite en esa sección. Los conductores con aislamiento o cubierta individual verde, verde con una o más franjas amarillas, o identificados como se permite en esta sección no se deben usar como conductores de circuito puestos a tierra o no puestos a tierra.

**Excepción:** Los cables de circuitos de potencia limitada Clase 2 o Clase 3, o cables de potencia limitada para alarma de incendio o cables de comunicación conteniendo solamente circuitos que funcionan a menos de 50 volts, conectados a equipos, que no requieren ser puestos a tierra de acuerdo con 250-112(i), se permitirá que usen un conductor con aislamiento verde o verde con una o más franjas amarillas para otros propósitos diferentes de la puesta a tierra de equipos.

**a) Conductores de tamaño mayor que 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG).** Los conductores de puesta a tierra del equipo de tamaño mayor que 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) deben cumplir con lo indicado en (1) y (2) siguientes:

- (1) Se permitirá que un conductor con aislamiento o cubierto, de tamaño mayor de 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG), 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.

**Excepción:** No se exigirá que los conductores de tamaño mayor que 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) estén marcados dentro de todas las cajas de paso que no contienen empalmes ni bujes de conexión no utilizados.

- (2) La identificación debe rodear al conductor y se debe realizar mediante uno de los siguientes métodos:

- a. Remover el aislamiento o recubrimiento de toda la longitud expuesta.
- b. Pintar de color verde el aislamiento o recubrimiento, en la terminación.
- c. Marcar el aislamiento o recubrimiento con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde, en la terminación.

**b) Cable multiconductor.** Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado atiende la instalación, se permitirá que en el momento de la instalación, uno o más conductores aislados en un cable multiconductor se identifiquen permanentemente como conductores de puesta a tierra de equipos, en cada extremo, y en cada lugar en donde los conductores sean accesibles, mediante uno de los siguientes métodos:

- (1) Quitar el aislamiento de toda la longitud expuesta.
- (2) Pintar de verde el aislamiento expuesto.
- (3) Marcar el aislamiento expuesto con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

**c) Cordón flexible.** Se permitirá un conductor de puesta a tierra de equipos no aislado, pero, si está recubierto individualmente, el recubrimiento debe tener un acabado exterior continuo verde, o verde con una o más franjas amarillas.

**250-120. Instalación del conductor de puesta a tierra de equipos.** Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar de acuerdo con (a), (b) y (c).

**a) Canalizaciones, charolas para cables, cable armado, canalizaciones prealambradas o cubiertas de cable.** Cuando el conductor de puesta a tierra consiste de una canalización, charola para cables, cable armado, almacén de ensamble de cables o cubierta de cable, o cuando sea un alambre dentro de una canalización o cable, se debe instalar de acuerdo con las disposiciones aplicables en esta NOM, usando los accesorios para las uniones y terminaciones aprobados para su uso con el tipo de canalización o cable utilizado. Todas las conexiones, uniones y accesorios deben quedar apretadas, mediante el uso de las herramientas adecuadas.

**b) Conductores de aluminio y aluminio recubierto de cobre.** Se permitirán los conductores de puesta a tierra de equipos, de aluminio y de aluminio recubierto de cobre desnudo o aislado. Los conductores desnudos no deben estar en contacto directo con la mampostería o la tierra ni estar expuestos a condiciones corrosivas. Los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no deben terminarse a 45 centímetros de la tierra o menos.

**c) Conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG).** Cuando no están tendidos con los conductores del circuito como se permite en 250-130(c) y 250-134(b) Excepción 2, los conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) se deben proteger contra daño físico mediante una canalización identificada o cable armado, a menos que se instale en los espacios huecos de los miembros del bastidor de edificios o estructuras y en donde no están expuestos a daño físico.

**250-121. Uso de los conductores de puesta a tierra de equipos.** Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe utilizar como conductor del electrodo de puesta a tierra.

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

**a) General.** Los conductores de puesta a tierra de equipos, de cobre, aluminio, o aluminio recubierto de cobre, del tipo alambre, no deben ser de tamaño menor a los mostrados en la Tabla 250-122, pero en ningún caso se exigirá que sean mayores que los conductores de los circuitos que alimentan el equipo. Cuando se usa una charola para cables, canalización, blindaje o cable armado como conductor de puesta a tierra de equipos, como se establece en 250-118 y 250-134(a), se debe cumplir con 250-4(a)(5) o (b)(4).

Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos sean seccionados dentro de un cable multiconductor, siempre y cuando el área combinada en mm<sup>2</sup> o kcmil cumpla con la Tabla 250-122.

**b) Incremento en el tamaño.** Cuando se incrementa el tamaño de los conductores de fase, se debe incrementar el tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos, si hay instalados, proporcionalmente al área en mm<sup>2</sup> o kcmil de los conductores de fase.

**c) Circuitos múltiples.** Cuando un sólo conductor de puesta a tierra de equipos se instala con circuitos múltiples en la misma canalización, cable o charola para cables, se debe dimensionar para los conductores protegidos con el mayor dispositivo contra sobrecorriente en la canalización, cable o charola para cables. Los conductores de puesta a tierra de equipos, instalados en charola para cables deben cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c).

**d) Circuitos de motores.** Los conductores de puesta a tierra de equipos para circuitos de motores se deben dimensionar según (1) o (2) siguientes.

**1) General.** El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a), con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado.

**2) Interruptor automático de disparo instantáneo y protector contra cortocircuito del motor.** Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente es un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector contra cortocircuito del motor, el tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a) usando el valor nominal máximo permitido del fusible de doble elemento con retardo de tiempo, seleccionado para la protección del circuito derivado contra falla a tierra y cortocircuito, de acuerdo con 430-52(c)(1), Excepción 1.

**e) Cordón flexible y alambre de luminarias.** El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con el mayor conductor del circuito de tamaño 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG) o menor, y el conductor de puesta a tierra de equipos usado con alambres para artefactos de alumbrado de cualquier tamaño de acuerdo con 240-5, no debe ser menor al tamaño 0.824 mm<sup>2</sup> (18 AWG) de cobre y no menor a los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con un conductor del circuito mayor al tamaño 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG) se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-122.

**f) Conductores en paralelo.** Cuando los conductores están instalados en paralelo en canalizaciones múltiples o cables, como se permite en 310-10(h), los conductores de puesta a tierra de equipos, si se usan, se deben instalar en paralelo en cada canalización o cable. Cuando los conductores están instalados en paralelo en la misma canalización, cable o charola para cables, como se permite en 310-10(h), se permite un solo conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra instalados en charola para cables deben cumplir con los requerimientos mínimos de 392-10(b)(1)(c).

El tamaño de cada conductor de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con 250-122.

**g) Derivaciones del alimentador.** Los conductores de puesta a tierra de equipos instalados junto con derivaciones del alimentador no deben ser menores que los indicados en la Tabla 250-122, basados en el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente del alimentador, pero no se exigirá que sean mayores que los conductores de la derivación.

**Tabla 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos**

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos podría ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

\*Véase 250-120 para restricciones de instalación.

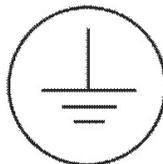
**250-124. Continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.**

**a) Conexiones separables.** Conexiones separables, como las que se usan en equipos removibles o clavijas de conexión, coples y contactos, deberán proporcionar que, se conecte primero y se desconecte al último el conductor de puesta a tierra de equipos. No se exigirá “conectar primero y desconectar al último” cuando el equipo enclavado, clavijas, contactos y conectores impidan la energización sin la continuidad de la puesta a tierra.

**b) Desconectores.** Ningún cortacircuito automático o desconector se debe colocar en el conductor de puesta a tierra de equipos de un sistema de alambrado de inmueble, a menos que la apertura del cortacircuito o desconector desconecte todas las fuentes de alimentación.

**250-126. Identificación de los terminales de alambrado de dispositivos.** La terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos se debe identificar mediante uno de los siguientes medios:

- (1) Una terminal de tornillo con cabeza de color verde, no fácilmente removible.
- (2) Un terminal de tuerca de color verde, no fácilmente removible.



**NOTA Figura 250-126** Un ejemplo de un símbolo utilizado para identificar el Punto de Terminación de la Puesta a Tierra para un Conductor de Puesta a Tierra.

### G. Métodos de puesta a tierra de equipos

**250-130. Conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos.** Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos en la fuente de sistemas derivados separados se deben hacer de acuerdo con 250-30(a)(1). Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida se deben hacer como se indica en los incisos (a) o (b). Para el reemplazo de contactos del tipo sin terminal de puesta a tierra, con contactos del tipo con terminal de puesta a tierra, y para extensiones de circuitos derivados solamente en las instalaciones existentes que no tienen conductor de puesta a tierra de equipos en el circuito derivado, se permitirán conexiones tal como se indica en el inciso (c).

**a) Para sistemas puestos a tierra.** La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra de equipos al conductor puesto a tierra de acometida y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

**b) Para sistemas no puestos a tierra.** La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra de equipos al conductor del electrodo de puesta a tierra.

**c) Reemplazo de contactos sin puesta a tierra o extensiones de circuitos derivados.** Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, de un contacto del tipo con terminal de puesta a tierra o de una extensión de un circuito derivado, esté conectado a cualquiera de los siguientes:

- (1) Cualquier punto accesible en el sistema de electrodos de puesta a tierra, como se describe en 250-50.
- (2) Cualquier punto accesible en el conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (3) La barra terminal de puesta a tierra de equipos, dentro de la envolvente en donde se origina el circuito derivado para el contacto o el circuito derivado.
- (4) Para sistemas puestos a tierra, el conductor puesto a tierra de acometida dentro de la envolvente del equipo de acometida.
- (5) Para sistemas no puestos a tierra, la barra terminal de puesta a tierra dentro de la envolvente del equipo de acometida.

**NOTA:** Ver 406-4(d) para el uso de contactos del tipo interruptor de protección del circuito por falla a tierra.

**250-132. Secciones cortas de canalización.** Cuando se requiere que sean puestas a tierra secciones separadas de canalización metálica o cable armado, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-134.

**250-134. Equipo sujetado en su lugar o conectado usando métodos de alambrado permanente (fijo) – Puesta a tierra.** A menos que estén puestos a tierra por la conexión al conductor puesto a tierra del circuito, como se permite en 250-32, 250-140 y 250-142, las partes metálicas de equipos, canalizaciones y otras envolventes, no portadoras de corriente, si son puestos a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos mediante uno de los métodos que se indican en (a) o (b).

**a) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos.** Mediante conexión con cualquiera de los conductores de puesta a tierra de equipos permitidos en 250-118.

**b) Con conductores de circuito.** Mediante conexión con un conductor de puesta a tierra de equipos, contenido dentro de la misma canalización, cable, o que de otra forma se lleve junto con los conductores del circuito.

**Excepción 1:** Como se establece en 250-130(c), se permitirá llevar el conductor de puesta a tierra de equipos separado de los conductores del circuito.

**Excepción 2:** Para circuitos de corriente continua, se permitirá que se lleve el conductor de puesta a tierra de equipos separado de los conductores del circuito.

**NOTA 1:** Ver 250-102 y 250-168 con relación a los requisitos del puente de unión del equipo.

**NOTA 2:** Ver 400-7 con relación al uso de cordones para equipo fijo.

**250-136. Equipos considerados puestos a tierra.** Bajo las condiciones especificadas en (a) y (b), las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente se deben considerar puestas a tierra.

**a) Equipo sujetado a soportes metálicos puestos a tierra.** Equipo eléctrico sujetado a, y en contacto eléctrico con, un bastidor o estructura metálica provista para su soporte y conectada a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los medios indicados en 250-134. Para equipos de corriente alterna, no se debe usar la estructura metálica de un edificio como el conductor de puesta a tierra de equipos requerido.

**b) Estructura de carros metálicos.** La estructura de cabinas metálicas, sostenidas e izadas por cables metálicos, asegurados a o corriendo sobre, poleas o cilindros metálicos de las máquinas de los elevadores que están conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los métodos indicados en 250-134.

**250-138. Equipo conectado con cordón y clavija.** Las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo conectado con cordón y clavija, si son puestos a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los métodos indicados en (a) o (b).

**a) Por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos.** Por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos llevado junto con los conductores de alimentación de energía en un ensamble de cables o cordón flexible, terminado apropiadamente en una clavija de conexión con terminal de puesta a tierra, con un contacto fijo de puesta a tierra.

**Excepción:** Se permitirá que la terminal del contacto de puesta a tierra de los interruptores de circuito por falla a tierra de tipo enchufable, sea de tipo movable y de restablecimiento automático, en circuitos que operan a no más de 150 volts entre dos conductores cualesquiera, o a más de 150 volts entre cualquier conductor y tierra.

**b) Por medio de un alambre flexible separado o un conductor plano flexible separado.** Por medio de un alambre flexible separado o un conductor plano flexible separado, aislado o desnudo, conectado a un conductor de puesta a tierra de equipos y protegido tanto como sea práctico contra daños físicos, cuando es parte del equipo.

**250-140. Bastidores de estufas y de secadoras de ropa.** Los bastidores de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos aparatos, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de la manera especificada en 250-134 o 250-138.

**Excepción:** Únicamente para instalaciones de circuitos derivados existentes, cuando no esté presente un conductor de puesta a tierra de equipos en las cajas de salida o de empalmes, se permitirá que los bastidores de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos aparatos, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito, si cumplen todas las siguientes condiciones:

- (1) El circuito de alimentación es de 120/240 volts, 1 fase, 3 hilos; o 220Y/127 volts, derivado de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella.
- (2) El tamaño del conductor puesto a tierra no es menor de 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG) de cobre, o de 8.37 mm<sup>2</sup> (8 AWG) de aluminio.
- (3) El conductor puesto a tierra está aislado, o el conductor puesto a tierra no está aislado y es parte del cable tipo SE de la acometida, y el circuito derivado se origina en el equipo de acometida.
- (4) Las conexiones de puesta a tierra de los contactos, suministrados como parte del equipo, están unidas al equipo.

**250-142. Uso del conductor puesto a tierra del circuito para puesta a tierra de equipos.**

**a) Equipo del lado fuente.** Se permitirá que un conductor puesto a tierra del circuito sirva para conectar a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente de equipos, canalizaciones y otras envolventes, en cualquiera de los siguientes lugares:

- (1) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión de acometida de corriente alterna
- (2) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión principal para edificios separados, como se establece en 250-32(b).
- (3) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión principal o de los dispositivos contra sobrecorriente de un sistema derivado separado, cuando se permita en 250-30(a) (1).

**b) Equipo del lado carga.** Excepto como se permite en 250-30(a)(1) y 250-32(b) Excepción, un conductor puesto a tierra del circuito no se debe usar para poner a tierra partes metálicas de equipo no portadoras de corriente, en el lado carga del medio de desconexión de acometida, o en el lado carga del medio de desconexión de un sistema derivado separado o de los dispositivos contra sobrecorriente para un sistema derivado separado que no tenga un medio de desconexión principal.

**Excepción 1:** Se permitirá que los bastidores de estufas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta y secadoras de ropa, bajo las condiciones permitidas en 250-140 para las instalaciones existentes, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito.

**Excepción 2:** Se permitirá que sea puesto a tierra la envolvente de medidores mediante la conexión al conductor puesto a tierra del circuito, en el lado carga del desconectador de acometida, si se cumplen con todas las siguientes condiciones:

- (1) No se instala protección contra fallas a tierra en la acometida.
- (2) Todas las envolventes de medidores están junto al medio de desconexión de acometida.
- (3) El tamaño del conductor puesto a tierra del circuito no es menor al especificado en la Tabla 250-122 para los conductores de puesta a tierra de equipos.

**Excepción 3:** Se permitirá que los sistemas de corriente continua estén puestos a tierra en el lado carga del medio de desconexión o del dispositivo de protección contra sobrecorriente, según 250-164.

**Excepción 4:** Las calderas tipo de electrodo que funcionan a más de 600 volts deben ser puestas a tierra según se exige en 490-72(e)(1) y 490-74.

**250-144. Conexiones de circuitos múltiples.** Cuando el equipo está puesto a tierra y es alimentado por conexiones separadas de más de un circuito o por un sistema de alambrado puesto a tierra del inmueble, se debe proporcionar una terminación del conductor de puesta a tierra de equipos para cada una de estas conexiones, como se especifica en 250-134 y 250-138.

**250-146. Conexión de la terminal de puesta a tierra del contacto a la caja.** Se debe usar un puente de unión para conectar la terminal de puesta a tierra de un contacto, del tipo con terminal de puesta a tierra, a una caja puesta a tierra, a menos que esté puesto a tierra como se especifica en los incisos (a) hasta (d) siguientes. El puente de unión debe estar dimensionado según la Tabla 250-122, con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege a los conductores del circuito.

**a) Caja montada en la superficie.** Cuando la caja está montada sobre la superficie, se permitirá el contacto directo metal con metal entre el yugo del dispositivo y la caja, o un yugo de contacto o dispositivo, que cumpla con el inciso (b) de esta sección, para la puesta a tierra del contacto a la caja. Se debe retirar por lo menos una de las arandelas aislantes del contacto, que no tenga un yugo de contacto o dispositivo que cumpla lo indicado en el inciso (b) de esta sección, para asegurar el contacto directo metal con metal. Esta disposición no se aplica a contactos de montaje sobre la tapa, a menos que la combinación caja y cubierta esté aprobada para brindar una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el contacto. Se permite que una cubierta expuesta, se use como medio de unión y de puesta a tierra cuando (1) el dispositivo está fijo a la cubierta con, por lo menos, dos elementos de fijación que sean permanentes (por ejemplo un remache) o que se sujete con rosca o se sujete con tuerca y tornillo y (2) cuando los orificios de montaje de la cubierta están en una parte plana, no elevada de la cubierta.

**b) Dispositivos de contacto o yugos.** Se permitirán dispositivos de contacto o yugos diseñados como autopuesto a tierra, junto con los tornillos de soporte, para establecer el circuito de puesta a tierra entre el yugo del dispositivo y las cajas de tipo empotrado.

**c) Cajas de piso.** Se permitirá el uso de cajas para piso diseñadas para brindar continuidad satisfactoria entre la caja y el dispositivo.

**d) Contactos aislados.** Cuando se instalen para reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá un contacto en el cual la terminal de puesta a tierra esté aislada deliberadamente del medio de montaje del contacto. La terminal de puesta a tierra del contacto se debe conectar a un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos, tendido junto con los conductores del circuito. Se permitirá que este conductor de puesta a tierra de equipos pase a través de uno o más tableros de distribución sin ninguna conexión a la barra terminal de puesta a tierra del tablero de distribución, como se permite en 408-40, Excepción, de tal modo de terminarlo dentro del mismo edificio o estructura, directamente a la terminal del conductor de puesta a tierra de equipos del sistema derivado o acometida aplicable. Cuando se instala según las disposiciones de esta sección, también se permitirá que este conductor de puesta a tierra de equipos pase a través de cajas, ductos u otras envolventes sin ser conectado a tales envolventes.

**NOTA:** El uso de un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos no exime el requisito de la puesta a tierra del sistema de canalización y de la caja de salida.

**250-148. Continuidad y fijación de los conductores de puesta a tierra de equipos a las cajas.** Cuando los conductores del circuito están empalmados dentro de una caja o terminan dentro o soportado por una caja en un equipo, cualquier conductor de puesta a tierra de equipos asociado con esos conductores del circuito, se deben conectar dentro de la caja o a la caja con los dispositivos adecuados para el uso, según (a) hasta (e).

**Excepción:** No se exigirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, permitido en 250-146(d), esté conectado a otros conductores de puesta a tierra de equipos o a la caja.

**a) Conexiones.** Las conexiones y los empalmes se deben hacer según 110-14(b), excepto que no se requiera aislamiento.

**b) Continuidad de la puesta a tierra.** El arreglo de las conexiones de puesta a tierra debe ser tal que la desconexión o el retiro de un contacto, una luminaria u otro dispositivo alimentados desde la caja, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

**c) Cajas metálicas.** Se debe hacer una conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra de equipos y la caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para ningún otro propósito, un equipo para puesta a tierra, o un dispositivo de puesta a tierra aprobados.

**d) Cajas no metálicas.** Uno o más conductores de puesta a tierra de equipos llevados a una caja no metálica de salida, se deben organizar de forma que se pueda hacer una conexión a cualquier accesorio o dispositivo que requiera puesta a tierra en esa caja.

**e) Soldadura.** No se deben utilizar conexiones que dependan exclusivamente de soldadura de bajo punto de fusión.

#### H. Sistemas de corriente continua

**250-160. Generalidades.** Los sistemas de corriente continua deben cumplir con esta Parte y otras secciones del Artículo 250 no destinadas específicamente para sistemas de corriente alterna.

**250-162. Sistemas y circuitos de corriente continua que deben ser puestos a tierra.** Los circuitos y sistemas de corriente continua deben ser puestos a tierra como se establece en (a) y (b) siguientes.

**a) Sistemas de corriente continua de dos conductores.** Debe ser puesto a tierra un sistema de corriente continua de dos conductores que alimenta el alambrado del inmueble y que opera a una tensión mayor que 50 volts, pero no mayor de 300 volts.

**Excepción 1:** No se requerirá que sea puesto a tierra un sistema equipado con un detector de tierra, que alimenta solamente equipo industrial en áreas limitadas.

**Excepción 2:** No se requerirá que sea puesto a tierra un sistema de corriente continua derivado de un rectificador alimentado desde un sistema de corriente alterna que cumple con 250-20.

**Excepción 3:** No se requerirá que sean puestos a tierra los circuitos de alarma contra incendios de corriente continua cuya corriente máxima sea de 30 miliamperes, como se especifica en el Artículo 760, Parte C.

**b) Sistemas de corriente continua de tres conductores.** Debe ser puesto a tierra el conductor neutro de todos los sistemas de 3 hilos de corriente continua que alimentan el alambrado del inmueble.

#### **250-164. Punto de conexión para sistemas de corriente continua.**

**a) Fuente de suministro fuera del inmueble.** Los sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra y que se alimenten desde una fuente fuera del inmueble, deben tener la conexión de puesta a tierra en una o más estaciones de suministro. No se debe hacer una conexión de puesta a tierra en acometidas individuales ni en ningún punto del alambrado del inmueble.

**b) Fuente de suministro en el inmueble.** Si la fuente de suministro del sistema de corriente continua está localizada dentro del inmueble, se debe hacer una conexión de puesta a tierra en uno de los siguientes:

- (1) La fuente de suministro.
- (2) En el primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema.
- (3) Por otro medio que logre una protección equivalente al sistema y utilice equipo identificado y aprobado para ese uso.

**250-166. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua.** El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema de corriente continua debe ser como se especifica en (a) y (b), excepto lo permitido en (c) hasta (e) siguientes:

**a) No menor que el conductor del neutro.** Si el sistema de corriente continua consiste de un conjunto de balanceado de 3 hilos o de un devanado compensador con protección de sobrecorriente, como se establece en 445-12 (d), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor del neutro, ni menor que 8.37 mm<sup>2</sup> (8 AWG) de cobre, o 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) de aluminio.

**b) No menor que el conductor más grande.** Si el sistema de corriente continua es diferente al de (a) anterior, el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor más grande alimentado por el sistema, y no menor que el  $8.37 \text{ mm}^2$  (8 AWG) de cobre, o el  $13.3 \text{ mm}^2$  (6 AWG) de aluminio.

**c) Conectado a electrodos de varilla, tubo o placa.** Si está conectado a electrodos de varilla, tubería o placa, como se establece en 250-52(a)(5) o (a)(7), no se exigirá que esa porción de conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea de mayor tamaño que un alambre de cobre de  $13.3 \text{ mm}^2$  (6 AWG) o uno  $21.2 \text{ mm}^2$  (4 AWG) de aluminio.

**d) Conectado a un electrodo embebido en concreto.** Si se conecta a un electrodo embebido en concreto, como se establece en 250-52(a)(3), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea de tamaño mayor que  $21.2 \text{ mm}^2$  (4 AWG) de cobre.

**e) Conectado a un anillo de puesta a tierra.** Si está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se establece en 250-52(a)(4), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra sea de mayor tamaño que el conductor usado para el anillo de puesta a tierra.

**250-168. Puente de unión del sistema de corriente continua.** Para sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra, se debe usar un puente de unión sin empalmes para conectar los conductores de puesta a tierra de equipos al conductor puesto a tierra en la fuente o en el primer medio de desconexión del sistema donde el sistema está puesto a tierra. El tamaño del puente de unión no debe ser menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra del sistema, especificado en 250-166 y debe cumplir con las disposiciones de 250-28(a), (b) y (c).

**250-169. Sistemas derivados separados no puestos a tierra de corriente continua.** Excepto que se permita algo diferente en 250-34 para generadores portátiles y montados en vehículos, un sistema derivado separado no puesto a tierra de corriente continua, alimentado de una fuente de potencia autónomo (como por ejemplo un grupo motor-generador), debe tener un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado a un electrodo que cumpla con la Parte C de este Artículo, para proporcionar la puesta a tierra de envolventes metálicas, canalizaciones, cables y partes metálicas de equipo expuestas no portadoras de corriente del equipo. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer a la envolvente metálica, en cualquier punto del sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separado que no tiene medio de desconexión ni dispositivo de protección contra sobrecorriente.

El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con 250-166.

### I. Instrumentos, medidores y relevadores

**250-170. Circuitos del transformador para instrumentos.** Los circuitos del secundario de los transformadores para instrumentos de corriente y de potencial deben ser puestos a tierra si los devanados del primario están conectados a circuitos de 300 volts o más a tierra, y si están en tableros de distribución, deben ser puestos a tierra, independientemente de la tensión.

**Excepción 1:** Los circuitos en los cuales los devanados del primario están conectados a circuitos de menos de 1000 volts sin partes energizadas ni alambreado expuesto o accesible a personal no calificado.

**Excepción 2:** No se requerirá que sean puestos a tierra los secundarios de transformadores de corriente conectados delta de 3 fases.

**250-172. Cajas de transformadores para instrumentos.** Las cajas y armazones de los transformadores para instrumentos se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando sean accesibles a personal no calificado.

**Excepción:** Las cajas y armazones de los transformadores de corriente cuyos primarios no están a más de 150 volts a tierra, y que se usen exclusivamente para alimentar corriente a los medidores.

**250-174. Cajas de instrumentos, medidores y relevadores que operan a menos de 1000 volts.** Los instrumentos, medidores y relevadores que operan con sus devanados o partes activas a menos de 1000 volts, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica en (a), (b) o (c) siguientes.

**a) No instalados en tableros de distribución.** Los instrumentos, medidores y relevadores no instalados en tableros de distribución, que operan con devanados o partes activas a 300 volts o más a tierra, y son accesibles al personal no calificado, deben tener sus carcasas y otras partes metálicas expuestas conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

**b) En tableros de distribución de frente muerto.** Los instrumentos, medidores y relevadores (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), en tableros de distribución de frente muerto, deben tener las carcasas conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

**c) En tableros de distribución de frente vivo.** Los instrumentos, medidores y relevadores (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), en tableros de distribución que tienen partes vivas expuestas al frente de los tableros, no deben tener las carcasas conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos. Se deben proporcionar al operador tapetes aislantes, u otro aislamiento de piso adecuado, si la tensión a tierra es mayor que 150 volts.

**250-176. Cajas de instrumentos, medidores y relevadores – Tensión de operación de 1000 volts y mayor.** Si los instrumentos, medidores y relevadores tienen partes portadoras de corriente de 1000 volts o más a tierra, se deben aislar mediante elevación o proteger con barreras adecuadas, metal puesto a tierra o cubiertas o resguardos aislantes. Sus carcasas no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

**Excepción:** Las carcasas de detectores electrostáticos de tierra, en las cuales los segmentos de tierra internos del instrumento están conectados a la carcasa del instrumento y puestas a tierra, y el detector de tierra está aislado mediante elevación.

**250-178. Conductor de puesta a tierra de equipos del instrumento.** El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos para los circuitos del secundario de los transformadores para instrumentos y para carcasas de instrumentos no debe ser menor que  $3.31 \text{ mm}^2$  (12 AWG) de cobre. Las carcasas de transformadores para instrumentos, instrumentos, medidores y relevadores que están montados directamente en superficies o envolventes metálicas puestas a tierra, o tableros metálicos de tableros de distribución puestas a tierra, se deben considerar puestas a tierra y no se exigirá ningún conductor adicional de puesta a tierra de equipos.

#### **J. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de más de 1000 volts**

**250-180. Generalidades.** Cuando los sistemas de más de 1000 volts están puestas a tierra, deben cumplir con todas las disposiciones aplicables de las secciones anteriores de este Artículo, y con 250-182 hasta 250-191, las cuales complementan y modifican las secciones precedentes.

**250-182. Sistemas con neutro derivado.** Se permitirá el uso de un punto neutro del sistema derivado de un transformador de puesta a tierra, para utilizarse como puesta a tierra en sistemas de más de 1000 volts.

**250-184. Sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra.** Se permitirá que los sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra tengan un solo punto de puesta a tierra o múltiples puntos de puesta a tierra.

##### **a) Conductor del neutro.**

**1) Nivel de aislamiento.** El nivel de aislamiento mínimo para los conductores del neutro de sistemas sólidamente puestas a tierra debe ser de 600 volts.

**Excepción 1:** Se permitirá el uso de conductores de cobre desnudos para el conductor neutro de los siguientes:

- (1) Conductores de acometida.
- (2) Acometidas subterráneas.
- (3) Partes de alimentadores directamente enterrados.

**Excepción 2:** Se permitirán conductores desnudos para el conductor neutro de partes aéreas instaladas en el exterior.

**Excepción 3:** Se permitirá que el conductor neutro puesto a tierra sea un conductor desnudo, si está separado de los conductores de fase y protegido contra daño físico.

**NOTA:** Ver 225-4 para cubiertas de conductores, si están a menos de 3.00 metros de cualquier edificio u otra estructura.

**2) Ampacidad.** El conductor neutro debe tener suficiente ampacidad para la carga impuesta en el conductor, pero no menos del 33.33 por ciento de la ampacidad de los conductores de fase.

**Excepción:** En instalaciones industriales y comerciales bajo supervisión de ingeniería, se debe permitir determinar el valor de la ampacidad del conductor neutro a no menos del 20 por ciento de la ampacidad del conductor de fase.

**b) Sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto.** Cuando se usa un neutro del sistema puesto a tierra en un solo punto, se debe aplicar lo siguiente:

- (1) Se permitirá que un sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto sea alimentado desde (a) o (b):
  - a. Un sistema derivado separado.
  - b. Un sistema con neutro con múltiples puestas a tierra (multiaterrizado), con un conductor de puesta a tierra de equipos conectado al conductor neutro multiaterrizado, en la fuente del sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto.
- (2) Se debe instalar un electrodo de puesta a tierra para el sistema.
- (3) Un conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectar el electrodo de puesta a tierra con el conductor neutro del sistema.
- (4) Un puente de unión debe conectar el conductor de puesta a tierra de equipos con el conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (5) Se debe proporcionar un conductor de puesta a tierra de equipos en cada edificio, estructura y envolvente de equipo.
- (6) Sólo se exigirá un conductor neutro cuando se alimentan cargas de fase a neutro.
- (7) Cuando se instala el conductor neutro debe ser aislado y estar conectado a tierra solo en un lugar.
- (8) Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe tender junto con los conductores de fase y debe cumplir con lo que se indica en (a), (b) y (c) siguientes:
  - a. No debe llevar carga de forma continua.
  - b. Puede estar desnudo o aislado.
  - c. Debe tener suficiente ampacidad para soportar las condiciones de falla.

**c) Sistemas con neutro multiaterrizado.** Cuando se usa un sistema de neutro multiaterrizado, se debe aplicar lo siguiente:

- (1) Se permitirá que el conductor neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra esté puesto a tierra en más de un punto. La puesta a tierra se permitirá en una o más de las siguientes ubicaciones:
  - a. Transformadores que alimentan conductores para un edificio u otra estructura.
  - b. Circuitos subterráneos cuando el conductor neutro está expuesto.
  - c. Circuitos aéreos instalados en exteriores.
- (2) El conductor neutro multiaterrizado debe estar puesto a tierra en cada transformador y en otras ubicaciones adicionales por medio de una conexión a un electrodo de puesta a tierra.
- (3) Se debe instalar por lo menos un electrodo de puesta a tierra y conectarlo al conductor neutro multiaterrizado cada 400 metros.
- (4) La distancia máxima entre cualquier par de electrodos adyacentes no debe ser más de 400 metros.
- (5) En un sistema de cable armado multiaterrizado, la armadura debe estar puesta a tierra en cada empalme de cable que esté expuesto al contacto con personas.

**250-186. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.** Cuando se cumplen todas las siguientes condiciones, se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia en los cuales una impedancia de puesta a tierra, usualmente una resistencia, limita la corriente de falla a tierra:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas atenderán la instalación.
- (2) Hay detectores de tierra instalados en el sistema.
- (3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (d) siguientes.

**a) Ubicación.** La impedancia de puesta a tierra se debe insertar en el conductor de puesta a tierra entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de alimentación y el punto neutro del transformador o generador de alimentación.

**b) Identificación y aislamiento.** El conductor del neutro de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia, se debe identificar y aislar completamente con el mismo aislamiento de los conductores de fase.

**c) Conexión del conductor neutro del sistema.** El conductor neutro del sistema no se debe conectar a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra del neutro.

**d) Conductores de puesta a tierra de equipos.** Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén desnudos y se deben conectar eléctricamente a la barra de tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

**250-188. Puesta a tierra de sistemas que alimentan equipo portátil o móvil.** Los sistemas que alimentan equipo portátil o móvil de más de 1000 volts, que no sean subestaciones instaladas temporalmente, deben cumplir con (a) hasta (f) siguientes.

**a) Equipo portátil o móvil.** El equipo portátil o móvil de más de 1000 volts se debe alimentar de un sistema que tenga el conductor neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se usa un sistema de más de 1000 volts conectado en delta para alimentar al equipo móvil o portátil, se debe derivar un conductor neutro asociado con el punto neutro del sistema.

**b) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente.** Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente del equipo portátil o móvil, se deben conectar mediante un conductor de puesta a tierra de equipos al punto en el cual la impedancia del neutro del sistema está puesta a tierra.

**c) Corriente de falla a tierra.** La tensión desarrollada entre el bastidor del equipo móvil o portátil y tierra, por el flujo de la máxima corriente de falla a tierra, no debe ser mayor a 100 volts.

**d) Detección de fallas a tierra y protección con relevadores.** Se debe proporcionar detección de fallas a tierra y protección con relevadores para desenergizar automáticamente cualquier componente de un sistema de más de 1000 volts que haya producido una falla a tierra. La continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos se debe monitorear continuamente con el fin de desenergizar automáticamente el circuito de 1000 volts o más, al equipo portátil o móvil, cuando se pierda la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

**e) Aislamiento.** El electrodo de puesta a tierra al cual está conectada la impedancia del neutro del sistema del equipo portátil o móvil, debe estar aislado y separado en la tierra, por lo menos 6.00 metros de cualquier otro sistema o electrodo de puesta a tierra de equipos, y no debe haber conexión directa entre los electrodos de puesta a tierra, tales como tuberías enterradas, cercas, etc.

**f) Cable móvil y acopladores.** Los cables móviles y acopladores de sistemas de más de 1000 volts para la interconexión de equipo portátil o móvil, deben cumplir los requisitos de la Parte C del Artículo 400 para cables, y 490-55, para acopladores.

**250-190. Puesta a tierra de equipos.**

**a) Puesta a tierra de equipos.** Se deben poner a tierra todas las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo fijo, portátil y móvil, y de cercas, alojamientos y envolventes asociadas, así como las estructuras de soporte.

**Excepción:** No se requiere que las partes metálicas estén puestas a tierra cuando están separadas de la tierra y ubicadas de tal forma que ninguna persona en contacto con la tierra, pueda hacer contacto con las partes metálicas cuando el equipo está energizado.

**NOTA:** Ver 250-110, Excepción 2, relativa a equipos de distribución montados en postes.

**b) Conductor del electrodo de puesta a tierra:** Si un conductor del electrodo de puesta a tierra conecta las partes metálicas no portadoras de corriente a tierra, el conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo con la tabla 250-66, basado en el tamaño del conductor de fase mayor de acometida, alimentador o circuito derivado del equipo. El conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor al tamaño  $13.3 \text{ mm}^2$  (6 AWG) de cobre o  $21.2 \text{ mm}^2$  (4 AWG) de aluminio.

**c) Conductor de puesta a tierra de equipos:** El conductor de puesta a tierra de equipos debe cumplir con (1) hasta (3) siguientes.

**1) General.** Los conductores de puesta a tierra de equipos que no sean parte integral de un cable ensamblado no deben ser menores del tamaño  $13.3 \text{ mm}^2$  (6 AWG) de cobre o del  $21.2 \text{ mm}^2$  (4 AWG) de aluminio.

**2) Cables blindados.** La pantalla metálica del aislamiento que rodea a los conductores que llevan corriente se permitirá que sea usada como conductor de puesta a tierra de equipos, si tiene capacidad para soportar la corriente de falla a tierra durante el tiempo que el dispositivo de protección contra sobrecorriente opera, sin que se dañe la pantalla metálica. La pantalla metálica del aislamiento y el alambre especial de puesta a tierra no se deberán de utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos para sistemas sólidamente puestos a tierra.

**3) Tamaño.** El tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con la tabla 250-122 basado en la corriente nominal del fusible o en el ajuste de sobrecorriente del relevador de protección.

**NOTA:** El valor de sobrecorriente para un interruptor automático es la combinación de la relación del transformador de corriente y el ajuste de la corriente de disparo del relevador de protección.

**250-191. Sistemas de puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna.** Para subestaciones de corriente alterna, el sistema de puesta a tierra deberá cumplir con la Parte C del Artículo 250.

**NOTA:** Para mayor información de puesta a tierra de subestaciones, véase apéndice B, Tabla B1.1.