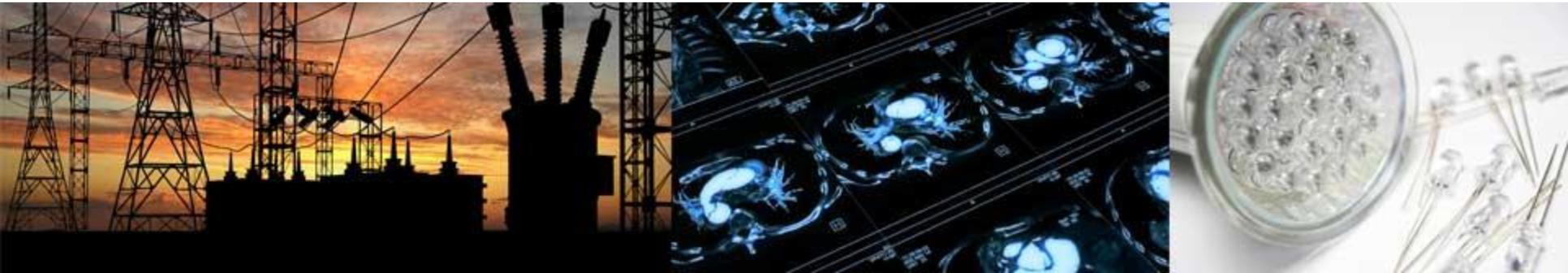


Electrodos de puesta a tierra



The Association of Electrical and Medical Imaging Equipment Manufacturers





Definición de un electrodo de puesta a tierra

Artículo 100 -

Electrodo de puesta a tierra:

Un objeto conductor a través del cual se establece una conexión directa a tierra.



250.4 Requisitos generales para la puesta a tierra y unión

250.4(A)(1) Puesta a tierra del sistema eléctrico

Los sistemas eléctricos que son puestos a tierra deben conectarse a tierra de una manera que limitará la tensión impuesta por un rayo, picos de tensión de línea, o contacto accidental con líneas de alta tensión y estabilizará la tensión a tierra durante las operaciones normales.

- Nota informativa: Una consideración importante para limitar la tensión impuesta es la ruta de los conductores del electrodo de unión y puesta a tierra para que no queden más largos que el necesario para completar la conexión sin perturbar a los elementos permanentes de la instalación y de modo que se eviten curvas y dobleces innecesarios.



250.52 Electrodo de puesta a tierra

(A) Electrodo permitidos para puesta a tierra

- Tubería metálica subterránea para agua
- Marco metálico de la edificación o estructura
- Electrodo embebido en concreto
- Anillo de tierra
- **Electrodos de barra y electrodos de tubería**
- Otros electrodos listados
- Electrodo de placa
- Otros sistemas subterráneos metálicos locales o estructuras



250.52(A)(1)

Tubería metálica subterránea para agua

- Debe estar en contacto directo con un mínimo de 10 pies de la tierra
- Debe incluir cualquier entubamiento efectivamente unido a la tubería
- Debe ser eléctricamente continuo por unión alrededor de las juntas de aislamiento



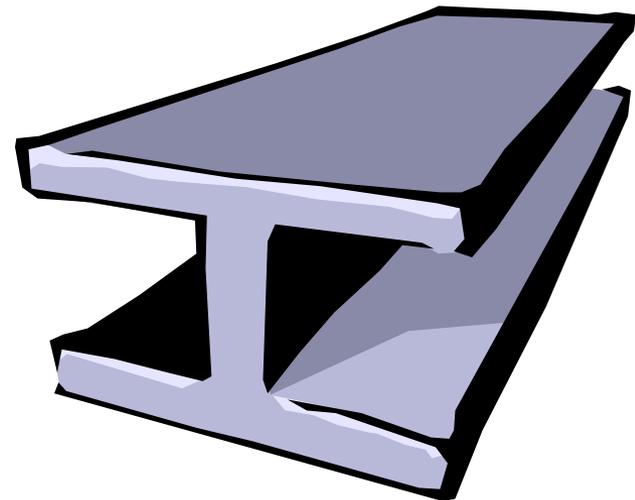


250.52(A)(2)

Marco metálico de la edificación o estructura

Proporciona dos condiciones bajo las cuales se puede juzgar adecuado el marco metálico de una edificación o estructura:

- 10 pies o más de un solo miembro metálico estructural en contacto directo con la tierra o en concreto directamente en contacto con la tierra.
- Uso de pernos de sujeción asegurando el acero estructural a un electrodo embebido en concreto que cumpla con 250.52(A)(3) y se encuentra en el pie de apoyo o los cimientos.





250.52(A)(3)

Electrodo embebido en concreto

- Un electrodo embebido en concreto debe consistir de al menos 6.0 m (20 pies) de cualquiera de:
 - Una o más barras o varillas desnudas o galvanizadas u otras con recubierto eléctricamente conductor de acero reforzado de no menos de 13mm (1/2 pulg.) de diámetro, instaladas en una longitud continua, o si están en varias piezas conectadas juntas por el usual alambre de amarre u otro método de conexión eficaz
 - Conductor de cobre desnudo no menor que 4 AWG
- Embebido por al menos 50mm (2 pulg.) de concreto, el electrodo debe ser:
 - de por lo menos 20 pies de longitud
 - las barras o varillas de refuerzo no menores que 1/2" de diámetro
 - el conductor de cobre desnudo no menor que 4 AWG
- Las barras de refuerzo pueden unirse entre sí por los usuales alambres de amarre de acero



250.52(A)(4) Anillo de tierra

Un anillo de tierra que rodea la edificación o estructura en contacto directo con la tierra, consiste en por lo menos 6m (20 pies) de conductor de cobre desnudo no menor que 2 AWG.





250.52(A)(5)

Electrodos de barra y tubería

Electrodos de tubería

- con longitud mínima de 2.44m (8 pies)
- con diámetro mínimo de 3/4 pulg.
“tamaño comercial”
- ser de hierro o acero y deben tener la superficie exterior galvanizada o de lo contrario recubiertos de metal para protección contra la corrosión



Electrodos de barra

- con longitud mínima de 8 pies
- con diámetro mínimo de 5/8 pulg. (0.625")
- con diámetro mínimo de 1/2 pulg. (0.500") para acero inoxidable y acero recubierto de cobre o de cinc listados



250.52(A)(7) Electrodo de placa

- Los electrodos de placa deben exponer no menos de 0.186m^2 (2 m^2) de superficie al suelo exterior
- Los electrodos de hierro desnudo o recubiertos conductivamente o de placa de acero deben ser al menos de $6,4\text{ m}$ ($1/4\text{ pulg.}$) de espesor
- Los electrodos sólidos, sin recubrimiento ferrosos deben ser al menos de 1.5 mm ($1/16\text{ pulg.}$) de espesor

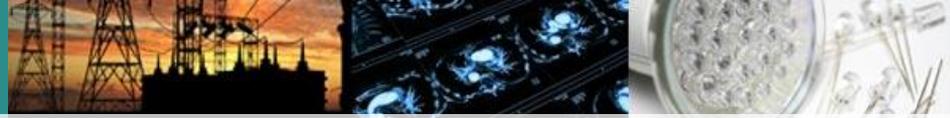




250.52(A)(8)

Otros sistemas subterráneos metálicos locales o estructuras

Pueden incluir sistemas de tuberías,
tanques subterráneos y entubamiento
subterráneo no puestos a tierra
efectivamente a la tubería metálica de
agua.



250.53 Resumen de la instalación del sistema del electrodo de puesta a tierra

- Si es posible, los electrodos de barra, tubo y placa deben instalarse por debajo del nivel de la humedad permanente
- Los electrodos de puesta a tierra deben espaciarse a no menos de 1.83 m (6 pies) de separación cuando se especifica más de un electrodo
 - Nota informativa: la eficiencia del paralelismo de las barras se incrementa separándolas dos veces la longitud de la barra más larga.
- Un puente de unión debe dimensionarse y espaciarse de acuerdo con el NEC
- Si se utiliza tubería metálica subterránea para agua, ésta debe cumplir con requisitos del NEC
- Un puente de unión que es la única conexión al electrodo de tierra complementario, no se requiere que sea mayor que el alambre de cobre 6 AWG.
- Los anillos de tierra y electrodos de placa deben instalarse a no menos de 750mm (30 pulgs.) por debajo de la superficie de la tierra.



ANSI/NEMA GR 1-2007

Electrodos de barra de tierra recubiertos de cinc

Intervalos del diámetro para barras de acero recubiertas de cinc

Intervalo del diámetro final, pulgadas

Tamaños comerciales	Mínimo	Máximo
5/8	0.625	0.640
3/4	0.750	0.765

Nota: Las dimensiones anteriores pueden variar si la barra de tierra está certificada por una norma reconocida a nivel nacional en Estados Unidos.



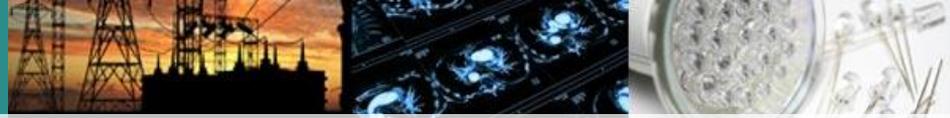
ANSI/NEMA GR 1-2007

Electrodos de barra de tierra recubiertos de cobre

Intervalos del diámetro de barras de acero recubiertas de cobre

Intervalo del diámetro final, pulgadas

Tamaños comerciales	Mínimo	Máximo
1/2	0.500	0.507
5/8	0.555	0.565
3/4	0.673	0.683
1	0.907	0.917



ANSI/NEMA GR 1-2007

Electrodos de barra de tierra recubiertos de cobre

Especificaciones de la rosca

Tamaños comerciales	Longitud de la rosca (pulg. +1/8, -1/16)	Perfil de la rosca B (UNC)
1/2	1-1/16	9/16-12
5/8	1-3/16	5/8-11
3/4	1-1/4	3/4-10
1	1-11/16	1-8



Propiedades de los electrodos de tierra recubiertos de cinc de ANSI/NEMA GR-1

Acero recubierto de cinc

- Variación de la rectitud ≤ 0.25 pulgadas en 5 pies
- Esfuerzo por tensión del núcleo de acero ≥ 80 kpsi
- El depósito de zinc debe ser mínimo de 0.0034 pulgadas
- Marcado legible con la identificación del fabricante
- Normas ASTM -
 - ASTM A 370 - Esfuerzo por tensión
 - ASTM A 123 o ASTM A 153 - Recubrimiento de cinc
 - ASTM E 376 - Medición del espesor del recubrimiento



Propiedades de los electrodos de tierra de recubiertos de cobre de ANSI/NEMA GR-1

Acero recubierto de cobre

- Variación de la rectitud ≤ 0.25 pulgadas en 5 pies
- Esfuerzo por tensión del núcleo de acero ≥ 80 kpsi
- El depósito de cobre debe ser mínimo de 0.010 pulgadas
- Marcado legible con la designación del fabricante y catálogo o equivalente
- Normas ASTM -
 - ASTM A 370 - Esfuerzo por tensión
 - ASTM E 376 - Medición del espesor del recubrimiento



Resistencia de los electrodos

- Tubería de agua - sin requisitos del NEC
- Acero de construcción - sin requisitos del NEC
- Embebido en concreto - sin requisitos del NEC
- Anillo de tierra - sin requisitos del NEC
- Barra, tubería y placa - 25 Ω o menos
 - Se requiere una segunda barra si la resistencia de la primera barra es no conforme
 - Sección 250.53 del NEC
- **Electrodos complementarios para tubería metálica subterránea para agua**
 - Cuando es de tubería, barra o placa - Es aplicable 250.53(A) (2) del NEC



Gracias por su atención y
por esta oportunidad para
compartir información sobre
los electrodos de puesta a
tierra.



Para más información.....

Gustavo Dominguez

NEMA Director For Latin America

guguez@prodigy.net.mx

Ricardo Vazquez

NEMA Mexico Manager

r_vquez@prodigy.net.mx

Gene Eckhart

gene.eckhart@nema.org