

10.- PUESTAS A TIERRA

10.0.- CONCEPTOS GENERALES

10.0.1 En una instalación podrá existir una puesta a tierra de servicio y una puesta a tierra de protección.

10.0.2.- Se entenderá por tierra de servicio la puesta a tierra de un punto de la alimentación, en particular el neutro del empalme en caso de instalaciones conectadas en BT o el neutro del transformador que alimente la instalación en caso de empalmes en media o alta tensión, alimentados con transformadores monofásicos o trifásicos con su secundario conectado en estrella.

10.0.3.- Se entenderá por tierra de protección a la puesta a tierra de toda pieza conductora que no forma parte del circuito activo, pero que en condiciones de falla puede quedar energizada. Su finalidad es proteger a las personas contra tensiones de contacto peligrosas.

10.1.- TIERRA DE SERVICIO

10.1.1.- El conductor neutro de cada instalación de consumo deberá conectarse a una puesta a tierra de servicio.

10.1.2.- La puesta a tierra de servicio se efectuará en un punto lo más próximo posible al empalme, preferentemente en el punto de unión de la acometida con la instalación.

- 10.1.3.- En el conductor neutro de la instalación no se deberá colocar protecciones ni interruptores, excepto que éstos actúen simultáneamente sobre los conductores activos y el neutro.
- 10.1.4.- La sección del conductor de puesta a tierra de servicio se fijará de acuerdo a la tabla N° 10.21.
- 10.1.5.- El conductor de puesta a tierra de servicio tendrá aislación de color blanco, de acuerdo al código de colores establecido en el párrafo 8.0.4.15.

Tabla N° 10.21
Secciones Nominales para Conductores de Puesta a Tierra de Servicio

Sección nominal del conductor de acometida [mm ²]	Sección nominal del conductor de tierra de servicio [mm ²]
hasta 6	4
entre 10 y 25	10
entre 35 y 70	16
entre 95 y 120	35
entre 150 y 240	50
entre 300 y 400	70

- 10.1.6.- En instalaciones de consumo conectadas a la red de media tensión a través de transformadores, se deberá tener puestas a tierra de servicio que cumplan con las siguientes condiciones:
- 10.1.6.1.- La tierra de servicio se diseñará de modo tal que, en caso de circulación de una corriente de falla permanente, la tensión de cualquier conductor activo con respecto a tierra no sobrepase los 250 V.
- 10.1.6.2.- El conductor neutro se pondrá a tierra en la proximidad de la subestación y en distintos puntos de la red de distribución interna en BT, a distancias no superiores a 200 m y en los extremos de líneas, cuando las líneas de distribución excedan dicha longitud.
- La resistencia combinada de todas las puestas a tierra resultantes de la aplicación de esta exigencia no deberá exceder de 5 Ohm.
- 10.1.6.3.- En general, se usará la puesta a tierra de protección de MT en la subestación como puesta a tierra de servicio. En condiciones especiales, determinadas por los requerimientos de un proyecto en particular, se podrá separar la tierra de servicio de BT de la tierra de protección de MT. Esta condición deberá quedar claramente establecida y justificada en el proyecto.
- NA.- *Esta disposición primará sobre cualquier disposición en contrario que aparezca en la Norma vigente NSEC 20 En 78. Subestaciones Interiores*
- 10.1.7.- La sección mínima del conductor de puesta a tierra de servicio será de 21 mm², si se usa conductor de cobre.
- 10.1.8.- Si dentro de las zona servida por la red interna de distribución considerada en 10.1.6 existen redes metálicas de tuberías de agua, se recomienda evitar la unión del neutro de la red con dichas tuberías. Esta unión sólo será aceptable en caso que exista una dificultad física que imposibilite la separación y se deberán adoptar las medidas necesarias para evitar que través de estas tuberías se transfieran potenciales peligrosos.

10.2.- **TIERRA DE PROTECCIÓN**

- 10.2.1.- Toda pieza conductora que pertenezca a la instalación eléctrica o forme parte de un equipo eléctrico y que no sea parte integrante del circuito, podrá conectarse a una puesta a tierra de protección para evitar tensiones de contacto peligrosas.
- 10.2.2.- La puesta a tierra de protección se diseñará de modo de evitar la permanencia de tensiones de contacto en las piezas conductoras señaladas en 10.2.1, superiores al valor de tensión de seguridad prescrito en 9.0.6.3.
- 10.2.3.- La protección ofrecida por una tierra se logrará mediante una puesta a tierra individual por cada equipo protegido, o bien, mediante una puesta a tierra común y un conductor de protección al cual se conectarán los equipos protegidos. Ver hoja de norma N° 15.
- 10.2.4.- La resistencia de cada puesta a tierra de protección en cualquiera de las dos soluciones no deberá ser superior a:

$$R_{TP} = \frac{V_S}{I_O}; \quad I_O = K * I_N$$

Donde V_S es la tensión de seguridad de acuerdo a 9.0.6.3, e I_O es la corriente de operación de la protección del circuito o del equipo protegido por la puesta a tierra, $I_O=K*I_N$; siendo I_N la corriente nominal de la protección considerada y K una constante determinada de la tabla N° 10.22.

Tabla N° 10.22

Tipo de protección	Factor K		
	Para tableros de distribución		Para acometidas de empalmes y tableros generales
Fusibles	Rápido	Lento	
	3,5	Hasta 50 A	Sobre 63 A
		3,5	5
Fusibles			2,5
Disyuntores caja moldeada sobre 63 A	1,25 ^(*)		1,25
Disyuntores pequeños, curva tipo C	3,5		2,5
Disyuntores pequeños, curva tipo B	2,5		2,5

() En caso de disyuntores regulables el factor k se aplicará sobre el valor de corriente regulada*

- 10.2.5.- Adicional a lo establecido en 10.2.4, la suma de la resistencia de la puesta a tierra de servicio más la resistencia de la puesta a tierra de protección, las resistencias de las conexiones del conductor neutro y de la línea de protección, no deberán exceder, en cada caso, de:

$$R_s = \frac{220}{I_o}$$

- 10.2.6.- En caso de no poder cumplir las exigencias indicadas en 10.2.4 y 10.2.5, se deberá adoptar alguna de las medidas de protección contra contactos indirectos indicadas en la sección 9.
- 10.2.7.- El conductor de tierra de protección deberá cumplir el código de colores indicado en 8.0.4.15 y su sección se fijará de acuerdo a la tabla N° 10.23.

10.2.8.- Las uniones entre el conductor de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra, o las uniones entre los conductores que formen el electrodo de tierra se harán mediante abrazaderas, prensas de unión o soldaduras de alto punto de fusión. No se aceptará el empleo de soldadura de plomo - estaño como único método de unión en puestas a tierra; sin embargo, se le podrá usar como complemento al uso de abrazaderas o prensas de unión. Los materiales empleados en estas uniones y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión.

NA.- *No debe confundirse el sistema de tierra de protección con otros sistemas de protección contra contactos indirectos. Al depender de la resistencia del circuito tierra de protección -conductores de unión - tierra de servicio, la efectividad de este sistema de protección se ve considerablemente limitado y su aplicación se restringe sólo a circuitos o equipos protegidos por protecciones de baja capacidad nominal; no más de 16 A, en instalaciones sobre terrenos de muy buena conductividad. En nuestro país se ha confundido tradicionalmente el sistema de tierra de protección con el de neutralización, sistema este último de muy amplia aplicación; un análisis rápido de las condiciones de cada uno de estos sistemas esquematizados en las hojas de norma N° 14 y N° 15 mostrará que son conceptualmente muy diferentes.*

Tabla N° 10.23
Secciones Nominales para Conductores de Protección

Sección nominal de los conductores activos [mm ²]	Sección nominal del conductor de protección [mm ²]
1,5	1,5
2,5	2,5
4	2,5
6	4
10	6
16	6
25	10
35	10
50	16
70	16
95 hasta 185	25
240 hasta 300	35
400 o más	50

10.3.- **ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA**

10.3.1.- Para la selección y disposición de los electrodos de tierra se tendrá en cuenta la calidad del suelo, parámetros eléctricos del sistema y la superficie de terreno disponible.

10.3.2.- La resistencia de puesta a tierra de un electrodo dependerá de la resistividad específica del terreno en que éste se instale. En la tabla N° 10.24 se muestran las resistencias obtenidas con distintos tipos de electrodos de diversas dimensiones, enterrados en un terreno homogéneo de 100 Ohm - metro de resistividad.

Tabla N° 10.24
Resistencia de Puesta a Tierra en Terrenos de Resistividad Específica de 100 Ω-m

Tipo de electrodo de tierra	Cable o cinta largo [m]				Barras largo [m]				Plancha vertical canto superior enterrado a 1 m	
	10	25	50	100	1	2	3	5	0,5 x 1	1 x 1
Resistencia de puesta a tierra	20	10	5	3	70	40	30	20	35	25

Para valores de resistividad específica del terreno distinto de 100 Ohm - metro se multiplicará el valor indicado en esta tabla por la razón $\rho/100$.

- 10.3.3.- Se aceptará el uso de las barras de hormigón armado de zapatas y vigas de fundación de edificios como electrodos de tierra, siempre que la longitud total de estas barras no sea inferior a 15 m, su profundidad de enterramiento no sea inferior a 0,75 m, y su diámetro no sea inferior a 10 mm. La longitud requerida puede obtenerse con una o más barras.

Las uniones entre las barras embutidas en el hormigón y entre éstas y su conexión al exterior se harán mediante soldaduras de alto punto de fusión.

- NA.- *Las soldaduras de alto punto de fusión disponibles son la soldadura oxi - acetileno y la soldadura por reacción exotérmica*

- 10.3.4.- Otros tipos de electrodos de tierra posibles de utilizar serán los siguientes:

- 10.3.4.1.- Electrodos de cable o de cinta enterrados adoptando algunas de las disposiciones indicadas en la hoja de norma N° 14.

- 10.3.4.2.- Electrodos de barra, formados por barras redondas, tubos o perfiles metálicos enterrados en forma vertical. Si para obtener la resistencia de puesta a tierra exigida es necesario enterrar más de una barra, la distancia entre ellas deberá ser como mínimo el doble del largo de cada una.

- 10.3.4.3.- Electrodos de plancha, formados por planchas metálicas corrugadas o lisas, continuas o perforadas, enterradas en el suelo en forma vertical. Las dimensiones mínimas recomendadas para estas planchas son de 0,5 m x 1 m y 4 mm de espesor.

Si es necesario colocar varias planchas para obtener la resistencia de puesta a tierra exigida, la distancia mínima entre ellas será de 3 m.

- 10.3.4.4.- Se podrá usar también como electrodo de tierra un conductor de cobre desnudo con una sección mínima de 16 mm² y de una longitud no inferior a 20 m, colocado a lo largo de los cimientos de una construcción y cubierto por el hormigón de éstos.

El conductor será colocado en la parte más baja del cimiento y deberá estar cubierto por un mínimo de 5 cm de hormigón.

10.4.- **MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA**

- 10.4.1.- Durante la construcción de una puesta a tierra deberán adoptarse las disposiciones necesarias como para que su resistencia pueda medirse sin dificultades.

- 10.4.2.- Para cumplir lo establecido en 10.4.1 se dejará por lo menos un punto de la puesta a tierra accesible, de manera permanente, recomendándose adoptar una disposición como la mostrada en la hoja de norma N° 16.

- 10.4.3.- La resistencia de la puesta a tierra podrá medirse utilizándose un instrumento adecuado para tal efecto, o bien mediante un voltímetro y un amperímetro. En caso de utilizar este último método, deberán cumplirse las condiciones y adoptar la disposición mostrada en la hoja de norma N° 17.

- NA.- *Se reconoce como instrumentos adecuados para las mediciones de resistencia de puesta a tierra a los geómetros de tres o cuatro electrodos, presentando los últimos la ventaja de permitir además la medición de la resistividad específica del terreno*

10.4.4.- La responsabilidad por el correcto diseño y construcción de una puesta a tierra corresponderá al proyectista y/o instalador a cargo del montaje de la instalación.

El mantenimiento de las características de operación de la puesta a tierra será de responsabilidad del usuario de la instalación, así como también serán de su exclusiva responsabilidad los daños a personas, y daños o fallas de funcionamiento de la instalación o equipos, que sean atribuibles a un deterioro o ausencia de la puesta a tierra.