

TEMA 7: INSTALACIÓN DE TIERRA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- 7.1. Objeto de las puestas a tierra
- 7.2. Puestas a tierra. definicion
- 7.3. Partes que comprenden las puestas a tierra
- 7.4. Prohibicion de incluir en serie masas y elementos metalicos en circuito de tierra
- 7.5. Tomas de tierra independientes
- 7.6. Electroodos. naturaleza, constitucion, dimensiones y condiciones de instalacion
- 7.7. Resistencia de tierra
- 7.8. Características y condiciones de instalacion de las lineas de enlace con tierra, de las lineas principales de tierra y de sus derivaciones
- 7.9. Separacion entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilizacion y de las masas de un centro de transformaci3n
- 7.10. Revision de tomas de tierra
- 7.11. Hojas de interpretaci3n

7.1. OBJETO DE LAS PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensi3n que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuaci3n de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Las puestas a tierra, a las que se refiere la presente instrucci3n, se aplicarán a todo elemento o parte de la instalaci3n que otras Instrucciones prescriban como obligatoria su puesta a tierra.

7.2. PUESTAS A TIERRA. DEFINICION

La denominación "puesta a tierra" comprende toda la ligazón metálica di recta sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente entre determina dos elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la de descarga de origen atmosférico

7.3. PARTES QUE COMPREDEN LAS PUESTAS A TIERRA

Todo sistema de puesta a tierra constarán de las siguientes partes:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.

El conjunto de conductores, así corno sus derivaciones y empalmes, que forman las diferentes partes de las puestas a tierra, constituyen el circuito de puesta a tierra.

7.3.1 Toma de tierra

Las tomas de tierra estarán constituidas por los elementos siguientes:

- Electrodo. Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.
- Línea de enlace con tierra.. Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra. Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal tierra.

Las instalaciones que lo precisen, dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de Conexión (regleta, placa, borne, etc.) que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra de forma que pueda, mediante útiles apropiados, agruparse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

7.3.2 Lineas principales de tierra

Las l'neas principales de tierra estar'an formadas por conductores que partir'an del punto de puesta a tierra y a las cuales estar'an conectadas las derivaciones necesaria para la puesta a tierra de las masas generalmente a trav'es de los conductores de protecci'3n.

7.3.3 Derivaciones de las l'neas principales de tierra

Las derivaciones de las l'neas de tierra estar'an constituidas por conductores que unir'an la l'nea principal de tierra con los conductores de protecci'3n o directamente con las masas.

7.3.4 Conductores de protecci'3n

Los conductores de protecci'3n sirven para unir el'ectricamente las masas de una instalaci'3n a ciertos elementos con el fin de asegurar la protecci'3n contra los contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protecci'3n unir'an las masas a la l'nea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protecci'3n, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red,
- a otras masas,
- a elementos met'licos distintos de las masas,
- a un rel'e de protecci'3n.

7.4. PROHIBICION DE INCLUIR EN SERIE LAS MASAS Y LOS ELEMENTOS METALICOS EN EL CIRCUITO DE TIERRA

Los circuitos de puesta a tierra formaran una l'nea el'ectricamente continua en la que no podr'an incluirse en serie ni masas ni elementos met'licos, cualesquiera que sean 'stos. Siempre la conexi'3n de las masas y los elementos met'licos al circuito de puesta a tierra, se efectuar'á por derivaciones desde 'ste.

7.5. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES

Se considerar'á independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensi'3n superior a 50 V cuando la otra toma disipa la m'xima corriente de tierra prevista.

7.6. ELECTRODOS. NATURALEZA, CONSTITUCION, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACION

7.6.1 Naturaleza de los electrodos

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objeto de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán. Principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno, pueden utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de éstos cuando su instalación presente serias dificultades y cuando los electrodos naturales cumplan los requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

7.6.2 Constitución de los electrodos artificiales

Los electrodos podrán estar constituidos por:

- Electrodos simples constituidos por barras, tubos, placas, cables, pletinas u otros perfiles.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por elementos indicados anteriormente o por combinaciones de ellos.

Los electrodos serán de metales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno, tal como el cobre, el hierro galvanizado, hierro sin galvanizar con protección catódica o fundición de hierro Para este ultimo tipo de electrodos, las secciones mínimas serán el doble de las secciones mínimas que se indican para, los electrodos de hierro galvanizados

Sólo se admiten los metales ligeros, cuando sus resistencias a la corrosión son netamente superiores a las que presentan, en el terreno que se considere, el cobre o el hierro galvanizado.

- La sección de un electrodo no debe ser inferior a 1/4 de la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra.

6.2.1 Placas enterradas

Las placas de cobre tendrán un espesor mínimo de 2 mm y las de hierro galvanizado de 2 mm. En ningún caso la superficie útil de la placa será inferior a 0,5 m². Se colocarán en el terreno en posición vertical y en el caso en que sea necesaria la colocación de varias placas se separaran unos 3 metros unas de otras.

6.2.2 Picas verticales

Las picas verticales podrá estar constituidas por:

- tubos de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior, como mínimo,
- perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm de lado, como mínimo,
- barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas por una capa exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m. Si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual por lo menos, a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación ente ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

6.2.3 Conductores enterrados horizontalmente

Estos conductores pueden ser:

- conductores o cables de cobre desnudo de 35 mm² de sección, como mínimo,
- pletinas de cobre de, como mínimo, 35 mm² de sección y 2 mm de espesor,
- pletinas de acero dulce galvanizado de, como mínimo, 100 mm² de sección y 3 mm de espesor,
- cables de acero galvanizado de 95 mm² de sección, como mínimo. El empleo de cables formados por alambres menores de 2,5 mm de diámetro está prohibido,
- alambres de acero de, como mínimo, 20 mm de sección, cubiertos con una capa de cobre de 6mm² corno mínimo.

Los electrodos deberán estar enterrados a una profundidad que impida sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm. No obstante si la capa superficial del terreno tiene una resistividad pequeña y las capas más profundas son de elevada resistividad, la profundidad de los electrodos puede reducirse a 30 cm.

El terreno será tan húmedo como sea posible y preferentemente tierra vegetal, prohibiéndose constituir los electrodos por piezas metálicas simplemente sumergidas

en agua. Se tenderán a suficiente distancia de los depósitos o infiltraciones que puedan atacarlos, y si es posible, fuera de los pasos de personas y vehículos.

Para la puesta a tierra de apoyos de líneas aéreas y columnas de alumbrado público, cuando lo necesiten, será suficiente electrodos que tengan en conjunto una superficie de contacto con el terreno de 0.25 m².

Como superficie de contacto con el terreno, para las placas se consideran las dos caras, mientras que para los tubos sólo cuenta la superficie externa de los mismos.

7.6.3 Constitución de los electrodos naturales

Los electrodos naturales pueden estar constituidos por:

a) Una red extensa de conducciones metálicas enterradas, siempre que la continuidad en estas conducciones quede perfectamente asegurada, y en el caso de que las conducciones pertenezcan a una distribución pública o privada, haya acuerdo con los distribuidores correspondientes. Se prohíbe utilizar como electrodos las canalizaciones de gas, de calefacción central y las conducciones de desagüe, humos o basuras.

b) La cubierta de plomo de los cables de una red eléctrica de baja tensión enterrada, con la condición de que la continuidad de la cubierta de plomo esté perfectamente asegurada y, en el caso de que la red pertenezca a una distribución pública, haya acuerdo con el distribuidor.

c) Los pilares metálicos de los edificios, si están interconectados, mediante una estructura metálica, y enterrados a cierta profundidad.

El revestimiento eventual de hormigón no se opone a la utilización de los pilares metálicos como tomas de tierra y no modifica sensiblemente el valor de su resistencia de tierra.

7.7. RESISTENCIA DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

24 V en local o emplazamiento conductor
50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados de la corriente de servicio.

NOTA.- La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La Tabla I da, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos. Con el fin de obtener una primera aproximación de la resistencia de tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la Tabla II.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia de tierra del electrodo. La medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la Tabla III estimar el valor medio local de la resistividad del terreno; el conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en unas condiciones análogas.

Tabla I

Naturaleza del terreno	Resistividad de Ohm·m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 100
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceo	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600

Tabla II

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad en Ohm·m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles, terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables .	3.000

Tabla III

Electrodo	Resistencia de tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0.8 \frac{\rho}{P}$
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
<p>ρ resistividad del terreno (Ohm·m) P perímetro de la placa (m) L longitud de la pica o del conductor (m)</p>	

7.8. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACION DE LAS LINEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES

7.8.1 Naturaleza y secciones mínimas

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación, no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.

b) De cualquier forma, los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm^2 de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm^2 para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm^2 ó 35 mm^2 , según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la Instrucción MIE BT 017 para los conductores de protección.

7.8.2 Tendido de los conductores de la línea de enlace con tierra

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se consideran que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

7.8.3 Tendido de los conductores de la línea principal de tierra, y sus derivaciones y de los conductores de protección

El recorrido de estos conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además, los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la Instrucción MI ST 017.

7.8.4 Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán éstos en forma adecuada con envoltentes o pastas, si ello se estimase conveniente.

En caso de utilizar como electrodo la conducción de agua, la conexión del conductor de enlace con tierra a dicha conducción se efectuará inmediatamente después de la entrada de ésta en el edificio y antes del contador general de agua. Su conexión se efectuará por medio de un conductor que estará necesariamente protegido especialmente contra los ataques químicos.

Si no se pudiera respetar la condición anterior, por tropezar con grandes dificultades prácticas, el punto de conexión podrá encontrarse después del contador y de los accesorios que se encuentren en la conducción principal de agua. En este caso, el contador y los demás accesorios de la conducción de agua serán puenteados por medio de un conductor de cobre de 16 mm^2 de sección, como mínimo, u otro conductor de resistencia eléctrica equivalente, y dispuesto de forma que el contador de agua pueda ser montado o desmontado sin que sea necesario quitar el puente.

7.8.5 Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

7.9. SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACION Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACION

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y la de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplen todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100 ohmios metro cuadrado/metro). Cuando el terreno sea muy mal conductor, esta distancia será aumentada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos

no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

7.10. REVISION DE TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal, técnicamente competente, efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

7.11. HOJAS DE INTERPRETACIÓN

Para las tomas de tierra además encontramos una hoja de interpretación (nº 4), donde se nos indica que en la utilización de las envolventes metálicas de protección de las canalizaciones eléctricas prefabricadas como conductor de protección de puesta a tierra debe de permitir la conexión de esta a un conductor de puesta a tierra que debe considerarse como línea principal de tierra o derivación de ella. Estas serán señalizadas mediante bandas contiguas de igual anchura (entre 15 y 100 mm.) verdes y amarillas en lugares visibles de la canalización.