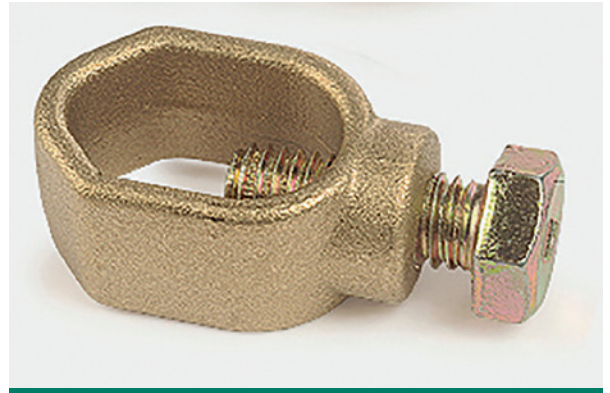


# Sistema de puesta a tierra

Parte 5. Puesta a tierra en sistemas eléctricos. En notas anteriores se han descrito las ejecuciones y las aplicaciones más clásicas de cada uno de los sistemas de puesta a tierra, así como también los principales componentes y las características constructivas típicas. Ahora, con esos datos es posible llevar a cabo los cálculos.

Alberto Luis Farina  
[www.ingenierofarina.com.ar](http://www.ingenierofarina.com.ar)



Tal como señalara en la nota anterior, las distintas metodologías de cálculo, si bien pueden dar resultados que no difieran entre sí, están relacionadas con la aplicación específica. Los sistemas de puesta a tierra pueden diferir mucho constructivamente: un inmueble destinado a una vivienda, a muchas, o ligado directamente a los sistemas de suministro.

Entendiendo la imperiosa necesidad de que toda instalación eléctrica cuente con un sistema de puesta a tierra por la seguridad de sí misma, de bienes y personas; se hace necesario contar con alguna herramienta que nos ayude a tomar decisiones fundadas a la hora de construir alguna de las disposiciones constructivas que se mostraron esquemáticamente en las publicaciones anteriores.

## Normas y cálculo

La consideración de ciertas normas nacionales e internacionales de cálculo para la ejecución de sistemas de puesta a tierra queda reservada para los que sirven a inmuebles destinados a industrias, grandes edificios, o bien relacionados con los sistemas eléctricos de media y alta tensión. Tal es el caso de las normas IEEE 142, 80 y 665; IRAM 2184, 2281 y 768; varias IEC; etc.

Entre estas normas, algunas refieren a aplicaciones específicas, es decir, sistemas de puesta a tierra de estaciones transformadoras, subestaciones

transformadoras, sistemas de protección catódica, instalaciones eléctricas hospitalarias, etc.

## Normas y cálculos aplicables

Nos abocaremos a los sistemas de puesta a tierra que se utilizan en las instalaciones eléctricas de baja tensión, tales como las que se emplean en viviendas, locales u oficinas (unitarias). A esos fines, se utilizará un método de cálculo aproximado, y es así como se recurrirá a la "Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles" de la AEA 90 364-7-771, "Sección 771-C-10 Resistencia de puesta a tierra (dispersión a tierra) de distintos electrodos".

---

*Nos abocaremos a los sistemas de puesta a tierra que se utilizan en las instalaciones eléctricas de baja tensión*

---

## Materiales

En esta sección, una referencia a los materiales que forman parte del circuito del sistema de puesta a tierra de los inmuebles antes mencionados y cuyas características constructivas participarán de los cálculos que se pondrán.

- » Jabalina. Norma IRAM 2309. Sección transversal cilíndrica, material: acero revestido de cobre. Largo modular que permiten el acoplamiento entre sí: 1.5 y 3 m. Diámetros comerciales: 12.6, 14.6 y 16.2 mm (1/2, 5/8 y 3/4").
- » Cable de puesta a tierra. Formado con un conductor de cobre multifilar y aislamiento de PVC de color verde-amarillo. Fabricado y ensayado según la normas IRAM NM 247-3. La sección se determina en función de la empleada en la ejecución de la instalación eléctrica de acuerdo a lo siguiente (valores tomados de la tabla 771-C.II de la reglamentación de AEA).

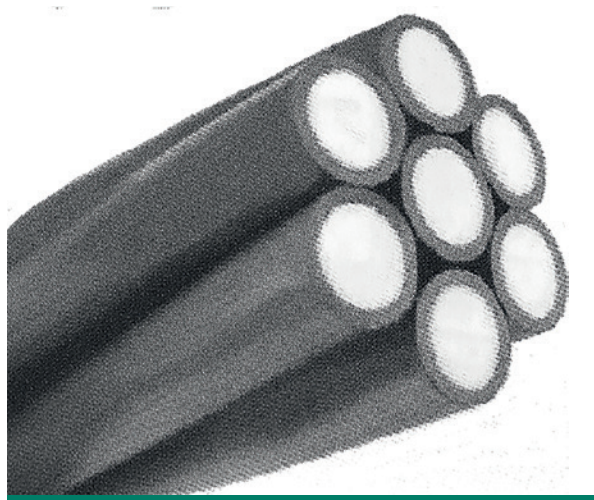
- $S < 16 \text{ mm}^2$ : S
- $S > 16 < 35 \text{ mm}^2$ : 16 mm<sup>2</sup>
- $S > 35 \text{ mm}^2$ : S/2

- » Conductor enterrado. Cuando el diseño exija la utilización de un conductor enterrado (por ejemplo, en el caso que se necesite unir dos jabalinas) se puede recurrir a un conductor de cobre (sección mínima 35 mm<sup>2</sup>) con una formación de siete conductores fabricado según la Norma IRAM 2004, o bien a un conductor de acero recubierto con una lámina de cobre que se presenta como un solo conductor o con una formación que puede ser de tres, siete o diecinueve conductores. Más detalles, normas IRAM 2466 y 2467 respectivamente.

La conformación completa requiere, además, de otros accesorios tales como grapa tomacable, caja de inspección, acoplamiento, punta de jabalinas y sufrideras, aunque estos tres últimos pueden no ser necesarios. Aunque todos introducen uniones que suponen una resistencia óhmica, se considerará despreciable, y no serán considerados para el cálculo.

## Terreno

Luego de haber descrito todos los materiales que componen un sistema de puesta a tierra, avan-



Tipo de terreno	Valor medio de la resistividad
Pantanosos	30 $\Omega/m$
Arcilloso, de greda, labrantío	100 $\Omega/m$
Arena húmeda	200 $\Omega/m$
Grava húmeda	500 $\Omega/m$
Arena o grava seca	1.000 $\Omega/m$
Rocoso	3.000 $\Omega/m$

Tabla 1. Resistividades típicas

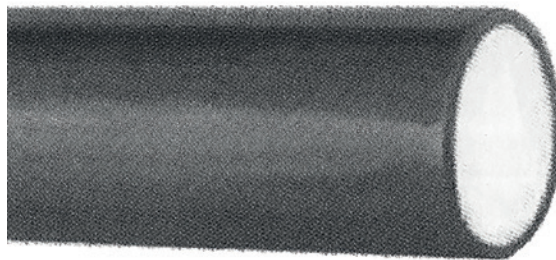
zaremos sobre un componente más que fundamental, de notoria importancia en el cálculo: la tierra (suelo y subsuelo) que aloja los electrodos de puesta a tierra, o sea las jabalinas en cualquiera de las opciones constructivas adoptadas.

La resistividad es la resistencia eléctrica específica de cada elemento, y por ende el terreno tiene la propia. Esta es muy variable, no solo a lo largo y ancho de nuestro país por las diversas características geográficas, sino que, aun en una misma zona, puede haber una fuerte variación, ya sea por origen geológico o porque sea una zona de relleno.

Cuando se trata de grandes inmuebles, se mide antes de iniciar la obra a los fines de realizar el cálculo del sistema de puesta a tierra lo más ajustado posible.

Este parámetro varía no solo por las características propias del lugar, sino también según el contenido de humedad del terreno (de acuerdo con las estaciones del año y las napas). Otro parámetro importante es la agresividad que presenta el terreno hacia los materiales que estarán enterrados; esto último se debe a la acción conjunta de las sales disueltas, humedad y temperatura.

*Otro parámetro importante es la agresividad que presenta el terreno hacia los materiales que estarán enterrados*



Cuando se trata de obras pequeñas, se hace un reconocimiento del terreno y luego, mediante la tabla 1, se obtiene un valor que se considera adecuado. Los cálculos de los sistemas de puesta a tierra son siempre aproximados.

La resistividad de los terrenos se mide en ohmio por metro o por centímetro. Su determinación se hace mediante un método denominado “Wenner” (cuatro electrodos), que la bibliografía específica explica. El símbolo utilizado habitualmente para su identificación es la letra griega rho ( $\rho$ ). ■

*La resistividad de los terrenos se mide en ohmio por metro o por centímetro. Su determinación se hace mediante un método denominado “Wenner”*

#### Bibliografía

- [1] Farina, Luis, Instalaciones eléctricas de viviendas, locales y oficinas, Librería y Editorial Alsina, Buenos Aires
- [2] Instalaciones de puesta a tierra y protección de los sistemas eléctricos, Ediciones Experiencia, Barcelona
- [3] Normas IRAM

Nota del autor

Todo lo dicho es una introducción a los cálculos elementales que se pueden hacer para evaluar aproximadamente y de antemano la ejecución de un sistema de puesta a tierra de acuerdo al tipo de instalación eléctrica y al inmueble al cual sirven.