

Riesgo eléctrico y elementos de protección

Ing. Electric. Ana Lía Elbert

Ing. Electrónico Gonzalo López.

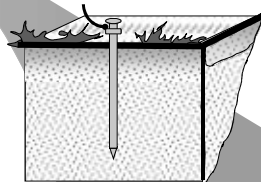
¿Conocemos que tipos de puesta a tierra existen?

¿Tenemos idea de que resistencia de puesta a tierra se permite o se exige?

¿Debemos tener puestas a tierra separadas para descargas atmosféricas, para electrónica, para protección, etc.?

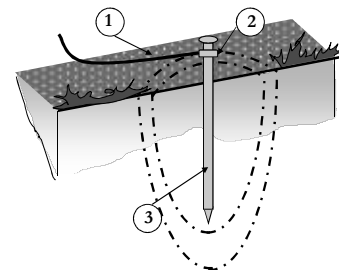
Medición de resistividad y resistencia de tierra

Sistemas de puesta a tierra



Elementos de un sistema de puesta a tierra

Un sistema de puesta a tierra tiene tres elementos básicos:



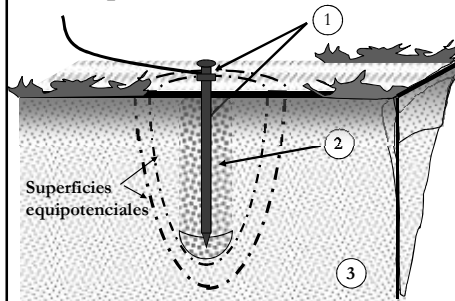
1. Conductor de bajada

2. Conexión del conductor al electrodo de tierra

3. Electrodo de tierra propiamente dicho

Electrodo de tierra

La resistencia del electrodo de tierra tiene tres componentes básicos:



1- La resistencia del electrodo de tierra propiamente dicho y las conexiones al electrodo

2- La resistencia de contacto entre la tierra circundante y el electrodo.

3- La resistencia del terreno que rodea al electrodo de puesta a tierra

Puesta a tierra ¿Para qué?...

- Para derivar a tierra las corrientes que se pueden originar por fallas, descargas atmosféricas o descargas estáticas.

Puesta a tierra ¿Para qué?...

- Para colaborar con la operación de los dispositivos de protección, cuando hay un defecto que derive la corriente a tierra.
- Para limitar las diferencias de potencial que pueden presentarse entre masas eléctricas y tierra.

Resistencia de puesta a tierra

- La resistencia de dispersión a tierra depende del tipo de electrodo y de la resistividad del terreno.
- Para jabalinas enterradas verticalmente:

$$R = \rho / 2\pi L (\ln 8L/d - 1)$$

L: longitud de la jabalina enterrada.

d: diámetro de la jabalina.

ρ : resistividad del terreno

Resistividad del terreno

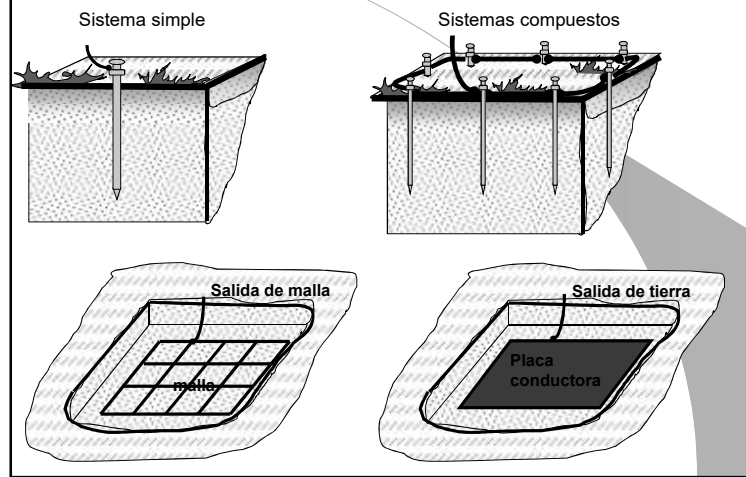
La resistividad de los terrenos naturales presenta las siguientes características:

- Es extremadamente variable de un sitio a otro, según su composición, la naturaleza de las rocas y su tenor de humedad .
- El suelo en un sitio determinado es extremadamente heterogéneo en profundidad.
- La resistividad de las capas superficiales del terreno presenta importantes variaciones estacionales bajo el efecto del hielo y la sequía que la aumentan, o de la humedad, que la disminuye. Esta acción se hace sentir hasta aproximadamente 1 o 2 m. de profundidad.

Tipos de sistemas de puesta a tierra

- Sistemas simples: consisten en un único electrodo de tierra hincado en el terreno.
- Sistemas compuestos: consisten en múltiples electrodos conectados entre sí, mallas de tierra combinadas con jabalinas, placas de tierra y planchuelas.

Tipos de sistemas de puesta a tierra



Jabalinas múltiples en paralelo

- Permiten reducir el valor de la resistencia de tierra
- La distancia de separación no debe ser menor que el doble de la longitud de las jabalinas.
- Número de electrodos a colocar en paralelo: hay una relación costo-eficiencia dado por el número de jabalinas y el coeficiente de reducción en R_t alcanzado.

Coeficientes de reducción

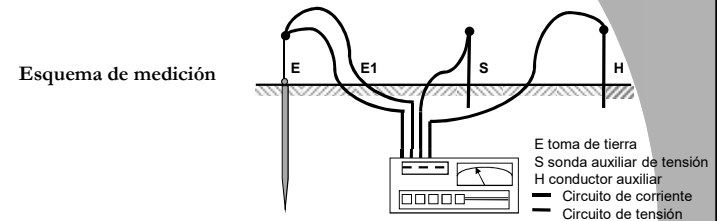
- La Tabla muestra los valores de **Coeficientes de reducción** en función del número de jabalinas en paralelo.

Nº de Jabalinas N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coeficiente de Reducción K	0,57	0,42	0,33	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,15

- Vemos que a medida que aumenta el número de electrodos, la diferencia entre los coeficientes de reducción se hace mínima.

Medición de resistencias de tierra

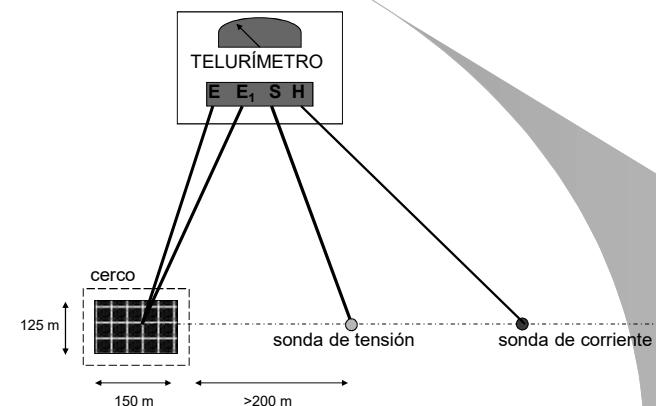
- Norma IRAM 2281- 2-2002
- Método: La Norma describe varios métodos. Uno de los más recomendados es el método de la caída de tensión con dos jabalinas auxiliares.
- Instrumento a utilizar: Telurímetro

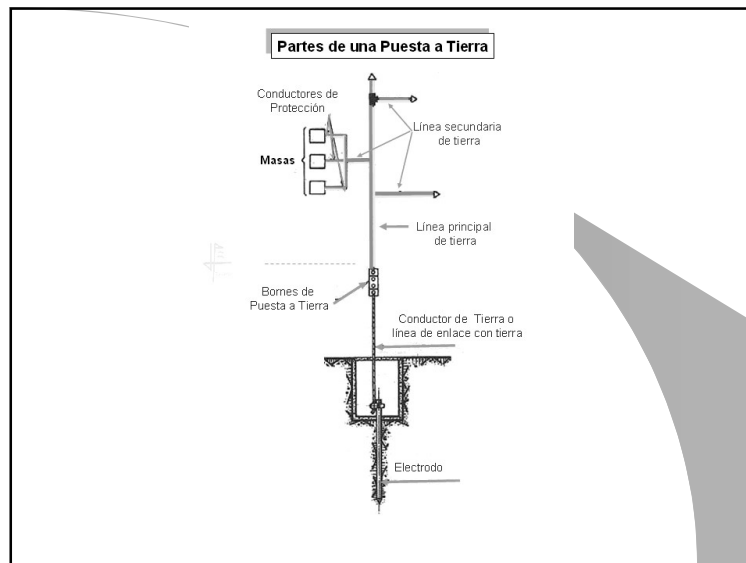


Para tener en cuenta...

- El electrodo auxiliar de corriente debe estar fuera de la influencia de la toma de tierra.
En el caso de tomas de áreas reducidas o de sistemas simples, la influencia se supone despreciable a 50m aproximadamente.
- La caída de tensión se mide entre la toma de tierra desconocida y el electrodo o sonda de tensión, ubicado en principio a la mitad de distancia entre esa toma y el electrodo de corriente.
- En tomas de tierra de mayor área y resistencia $< 1\Omega$ los electrodos auxiliares se alejarán en forma proporcional a la longitud del lado de la malla.

Medición en una malla de baja resistencia





Instalación de puesta a tierra

Disposiciones generales

1. **Deben conectarse a tierra todas las masas de la instalación.**
2. **Las masas que son simultáneamente accesibles, pertenecientes a la misma instalación estarán unidas al mismo sistema de puesta a tierra.**
3. **El sistema de p.a.t. será continuo y capaz de soportar la I_{cc} máxima**
4. **El conductor de protección no será seccionado ni pasará por el disyuntor diferencial**

Valor de la resistencia de puesta a tierra Inc 3.2.3.2.

- **a) Partes de la instalación cubiertas por protección diferencial.**
- **b) Partes de la instalación eventualmente no cubiertas por protección diferencial.**
Se arbitrarán los medios necesarios de manera de lograr que la tensión de contacto indirecto no supere 24 V para ambientes secos y húmedos

Instalación de puesta a tierra

Conductor de protección

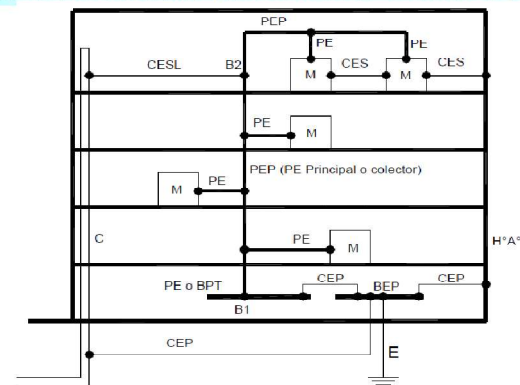
- La puesta a tierra de las masas se realizará por medio del “conductor de protección” de cobre electrolítico aislado. Recorrerá la instalación preferentemente con una sección igual a la de los conductores de fase con una sección mínima es $2,5 \text{ mm}^2$.
- El conductor de tierra principal estará conectado directamente a la toma de tierra e ingresará por la caja del Tablero Principal siendo su sección no menor a 4 mm^2

Instalación de puesta a tierra Conductor de protección

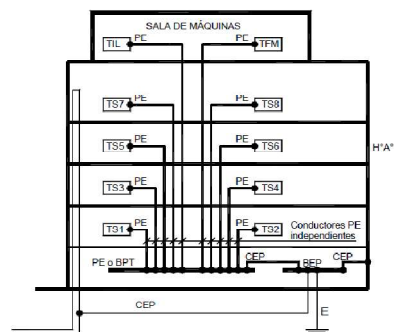
- Disposiciones particulares

1. Tomacorriente con puesta a tierra (con cable de cobre aislado)
2. Conexión a tierra de motores (integrado al cable de conexión eléctrica)
3. Cajas, caños, gabinetes metálicos (con bornes adecuados)

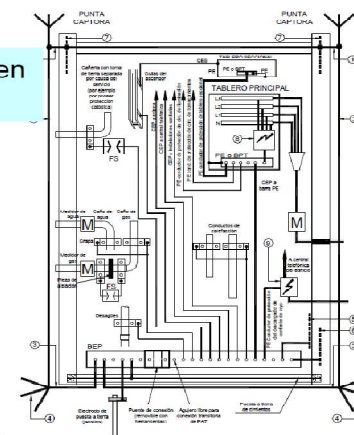
Equipotencialidad (un mismo usuario)

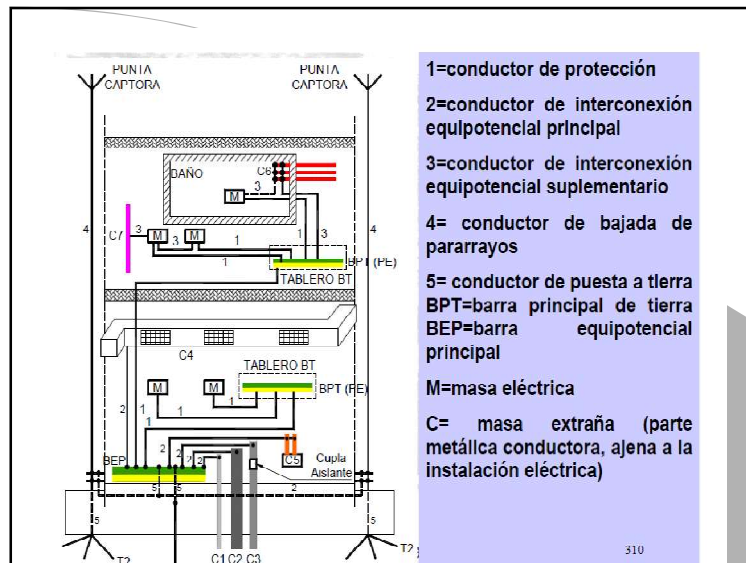
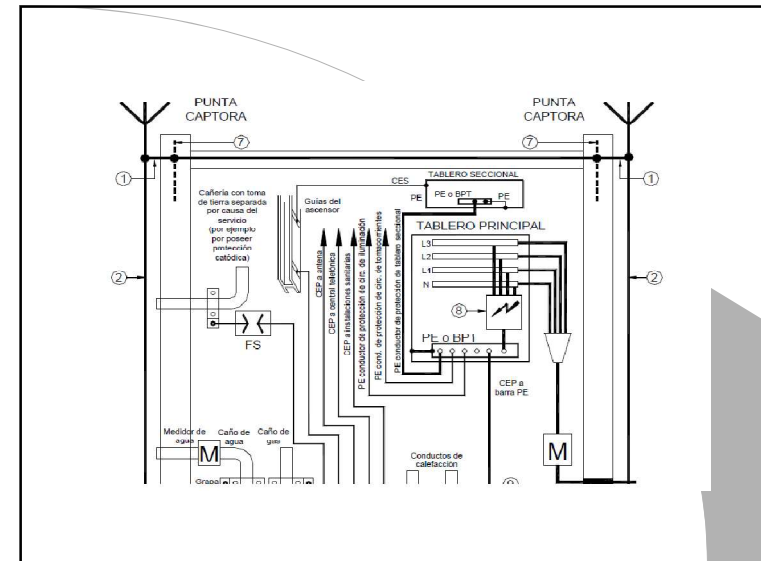
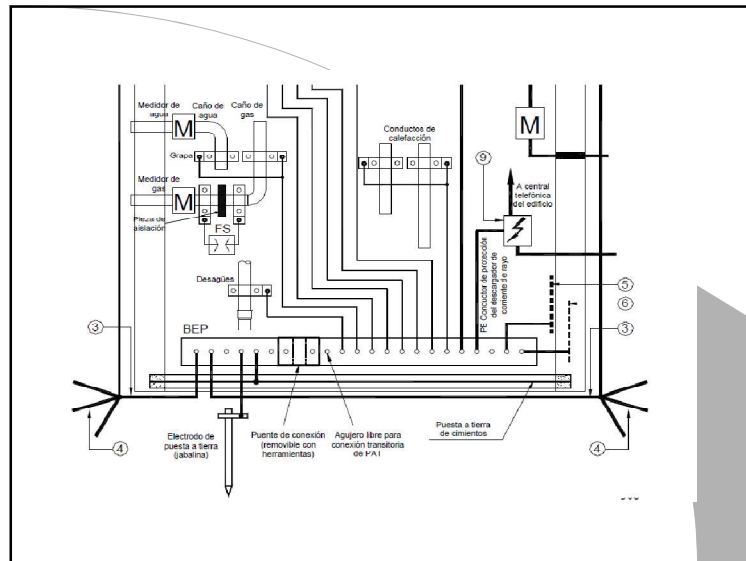


Equipotencialidad. Ejemplo de inmueble con varios usuarios (conductores PE independientes)

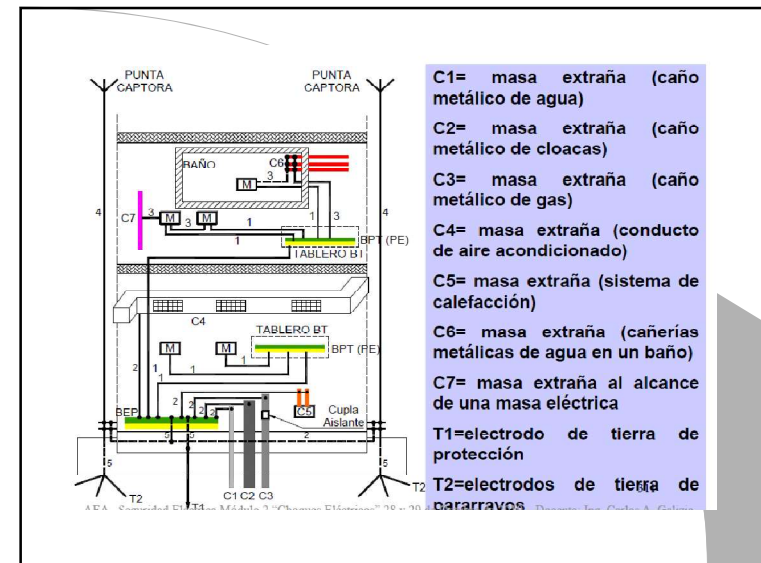


Equipotencialidad en TT





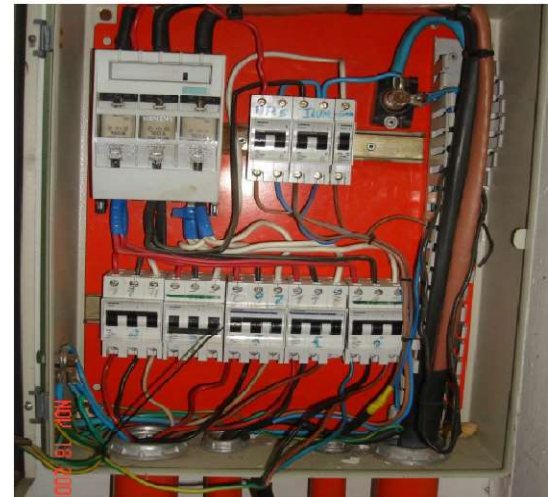
- 1=conductor de protección
- 2=conductor de interconexión equipotencial principal
- 3=conductor de interconexión equipotencial suplementario
- 4= conductor de bajada de pararrayos
- 5= conductor de puesta a tierra
- BPT=barra principal de tierra
- BEP=barra equipotencial principal
- M=masa eléctrica
- C= masa extraña (parte metálica conductora, ajena a la instalación eléctrica)



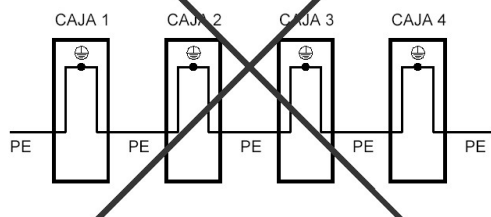
- C1= masa extraña (caño metálico de agua)
- C2= masa extraña (caño metálico de cloacas)
- C3= masa extraña (caño metálico de gas)
- C4= masa extraña (conducto de aire acondicionado)
- C5= masa extraña (sistema de calefacción)
- C6= masa extraña (cañerías metálicas de agua en un baño)
- C7= masa extraña al alcance de una masa eléctrica
- T1=electrodo de tierra de protección
- T2=electrodos de tierra de pararrayos

Tableros: **Formas constructivas**

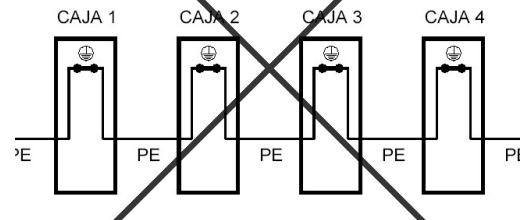
- Metálicos o de material plástico.
- Acceso a partes tensionadas sólo después de remover con herramientas tapas o cubiertas.
- Componentes eléctricos montados en soportes o perfiles.
- Con placa colectora de puesta a tierra.



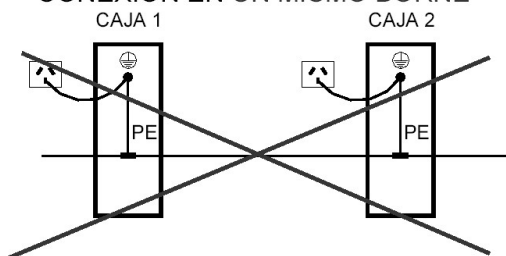
CONEXIÓN PROHIBIDA D/CONDUCTOR
PE A UNA CAJA POR SER CONEXIÓN EN
GUIRNALDA y TENER 2 CONEXIONES
SOBRE UN MISMO BORNE



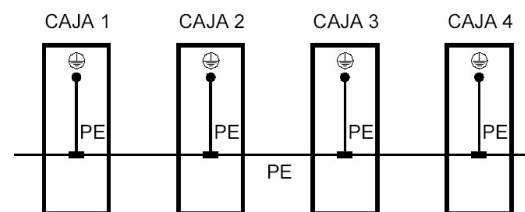
CONEXIÓN PROHIBIDA DEL CONDUCTOR
PE A UNA CAJA POR SER
CONEXIÓN EN GUIRNALDA



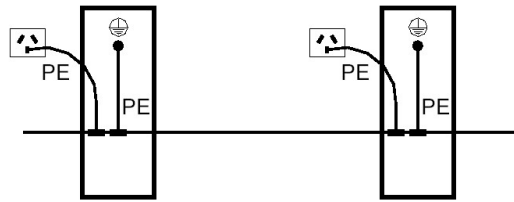
CONEXION NO PERMITIDA DEL CON-
DUCTOR PE DE UN TOMACORRIENTE A
UNA CAJA: NO SE PERMITE LA
CONEXIÓN EN UN MISMO BORNE



CONEXIÓN PERMITIDA DEL
CONDUCTOR PE A UNA CAJA O
TABLERO: CONEXIÓN EN DERIVACIÓN



CONEXIÓN PERMITIDA DEL
CONDUCTOR PE EN UN
TOMACORRIENTE: SE DEBE DERIVAR
DESDE EL PE SIN CORTARLO



CONEXIONES PERMITIDAS DE CON-
DUCTORES PE EN UN TABLERO O CA-
JA: BARRA CON Ø ROSCADOS, BORNES
DE TIERRA (PUENTE EN EL RIEL), ETC.

