

Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

Megger[®]

Ponente: Jose Moreno Gil

Ingeniero Técnico



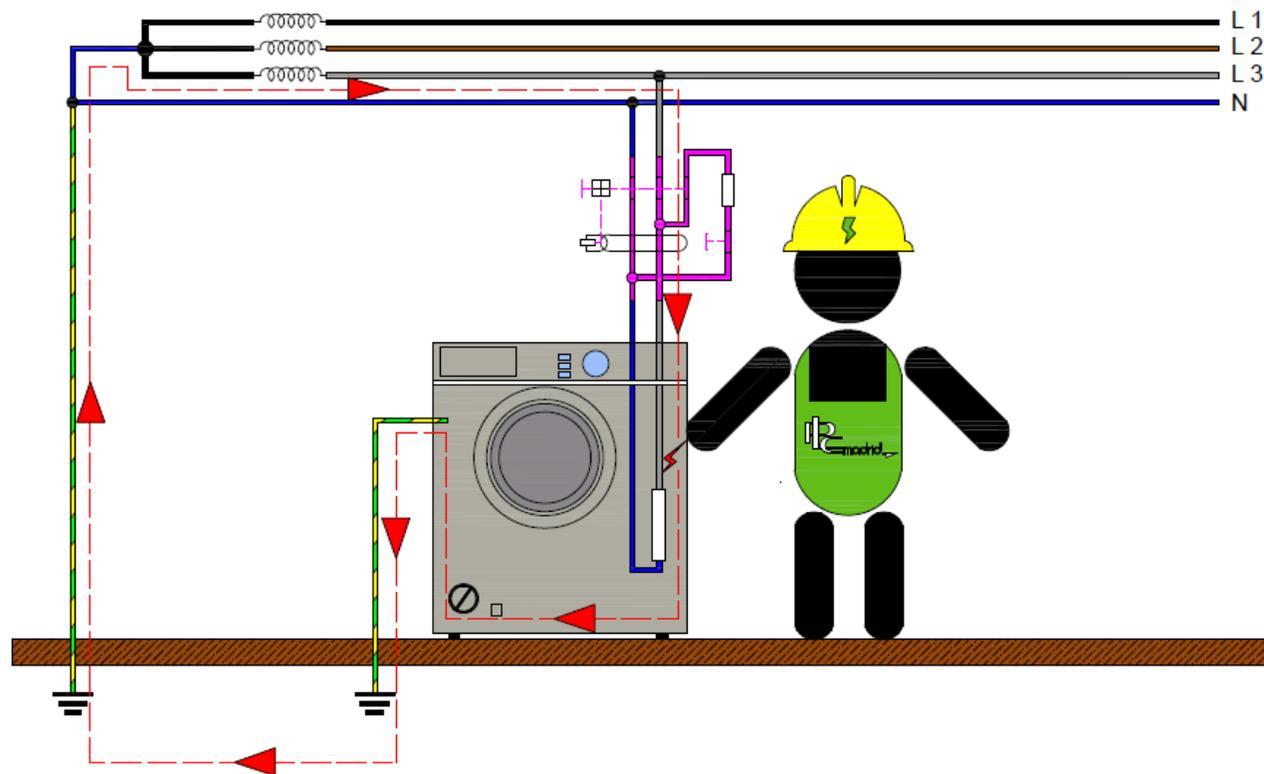
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

1. OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de **limitar la tensión** que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.



(ITC BT 18)



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

¿Por qué se debe medir la resistencia de puesta a tierra?

Se mide para comprobar que la instalación de puesta a tierra tiene un **valor suficientemente bajo**, que **garantice la seguridad de las personas** frente a contactos indirectos y aseguren el correcto funcionamiento de los distintos dispositivos de protección de las instalaciones eléctricas.



¿Qué valor debe tener la resistencia de PAT?

El valor será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto peligrosas, superiores a:

- **50 V** en locales secos.
- **24 V** en los demás casos.



- REBT ITC BT 09 (Pto.4)
- REBT ITC BT 18 (Pto.9)
- REBT ITC BT 24 (Pto.4)
- REBT ITC BT 33 (Pto.4)



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

Los procedimientos de medición los fija la norma **UNE- HD 60364-6**

La referencia normativa para las instalaciones de puesta a tierra en España es el **REBT**, en la **ITC BT 18**, en el **Pto. 2.9.** indica que el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a **tensiones de contacto** superiores a:

- **50 V** en locales secos
- **24 V** en los demás casos.

¿Pero que valor es correcto?



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

Aplicando la Ley de Ohm podemos averiguarlo:

$$R = \frac{U}{I}$$

R: Resistencia (Ω .)

U: Tensión máxima de contacto (V)

I: Corriente Interruptor diferencial (A) "sensibilidad"



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

VALORES DE REFERENCIA DE PUESTA A TIERRA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE INSTALACIÓN		
	Resistencia a tierra	Sensibilidad del Interruptor Diferencial
Alumbrado exterior (ITC BT 09)	30 Ω	300 mA
	5 Ω	500 mA
	1 Ω	1000 mA
Locales Viviendas Oficinas (BOCM 138 12/08/2012) GUIA-ITC-BT 26	Sin pararrayos	Con pararrayos
	37 Ω	15 Ω
Luz de obra (Guía ITC BT 33)	80 Ω	
Temporal feria* CAM	20 Ω	
RICT	10 Ω	



¿**Q**uién deben verificar las instalaciones?

“La instalación deberá verificarse por la empresa instaladora autorizada” y en su caso comprobada por el director de obra.



REBT Art. 18 y 22

Megger[®]

¿**C**uándo se debe realizar la medición?

Por la importancia que ofrece bajo el punto de vista de seguridad cualquier instalación de puesta a tierra, deberá ser verificada

OBLIAGOTORIAMENTE “antes de la puesta en servicio”



REBT ITC BT 18 (Pto.1.2)



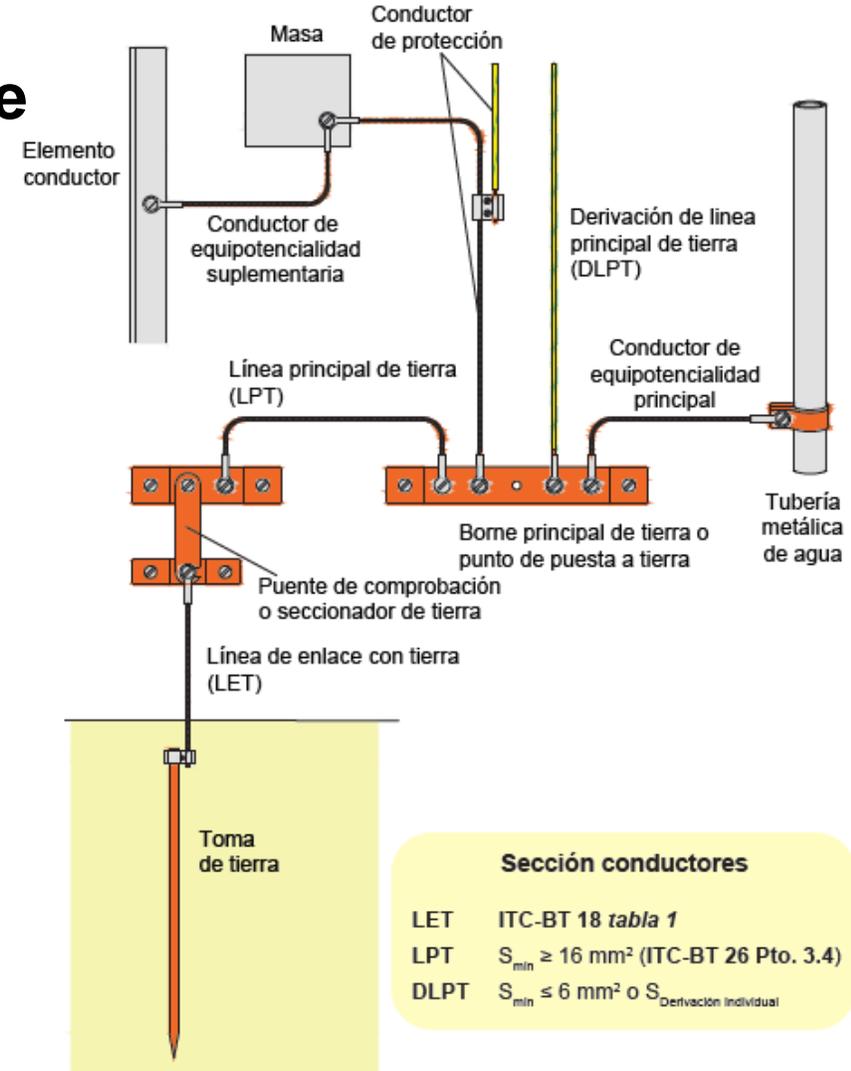
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

¿Es obligatorio realizar el mantenimiento de las instalaciones de PAT?

Para su correcto **mantenimiento** deberá comprobarse como mínimo **UNA VEZ AL AÑO**, en la época en la que el terreno esté más seco.



REBT ITC BT 18 (Pto.9)





¿Qué medios técnicos se precisan?

Será necesario un **telurómetro**, un equipo de medida multifunción o Pinzas

Existen **distintos métodos** para realizar la medición, cada uno de ellos tiene sus ventajas e inconvenientes. Conocer cada método le permitirá al instalad@r o persona cualificada **elegir el método más apropiado**.



REBT ITC BT 03

Megger[®]

Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

Métodos más utilizados para medir tierras:

- 1.- Método clásico a 3 hilos, del 62 %, o caída de tensión o potencial.
- 2.- Del triángulo.
- 3.- Del electrodo vago o del cubo de agua.
- 4.- Con dos electrodos auxiliares y una pinza.
- 5.- De dos polos, con toma de tierra auxiliar o de referencia.
- 6.- Con dos pinzas y sin electrodos auxiliares.
7. Resistencia total de tierra (Impedancia de bucle de defecto.)
8. Con pinza medidora de tierra.

Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

Método 1. Método clásico o del 62%

El sistema está especialmente indicado para instalaciones **nuevas**, donde se puedan clavar electrodos y realizar la desconexión del puente de comprobación durante la prueba sin que ello suponga **un riesgo elevado** para los usuarios.



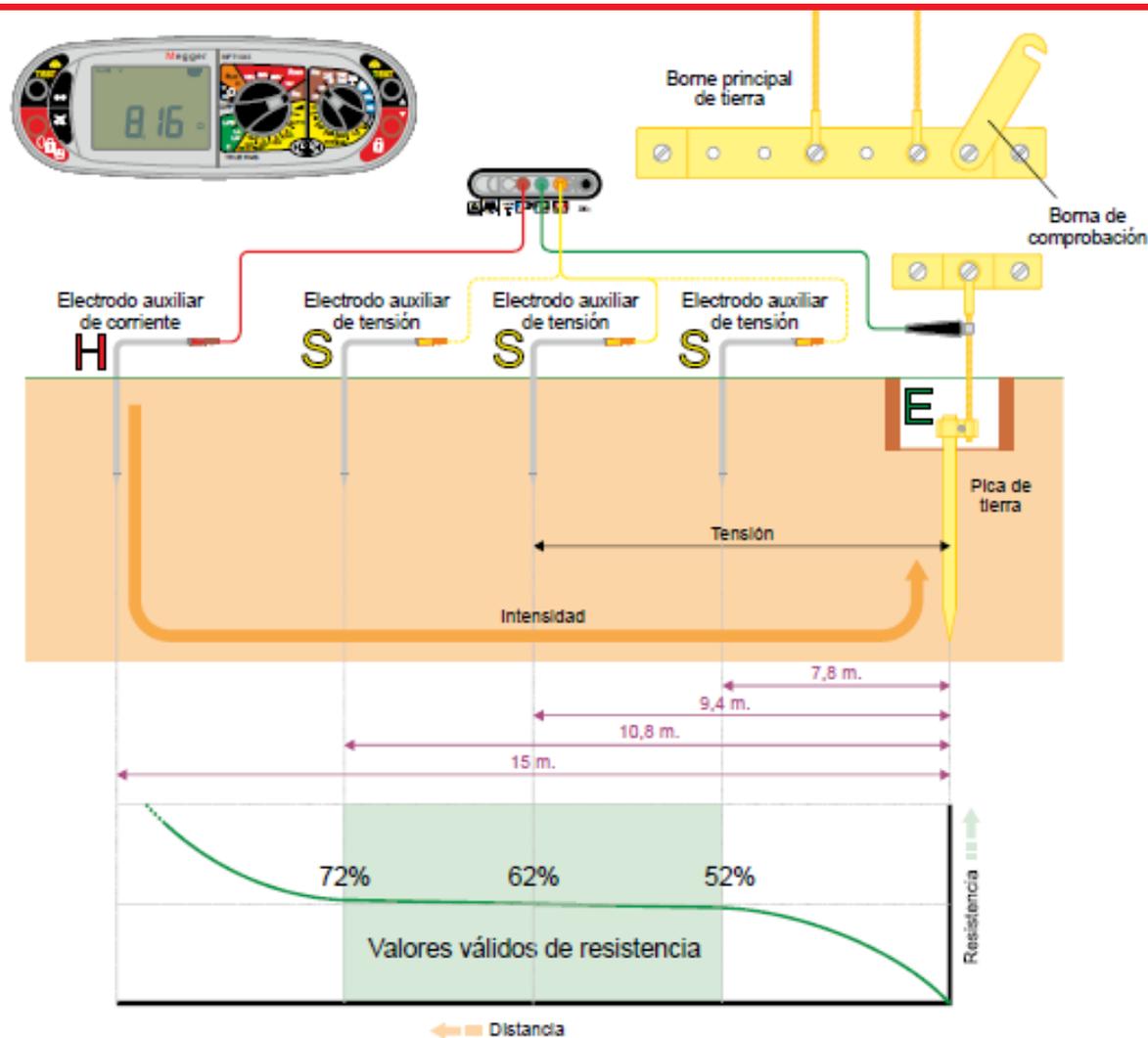
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

1.- Método clásico o del 62 %. Fundamentos.

Es el método recomendado por la norma **UNE HD 60364-6:2016**

El instrumento hace circular una corriente entre el electrodo de corriente (**H**), suficientemente alejado del electrodo bajo prueba **E** (pica), de forma que electrodo de tensión o potencial **S** mide la tensión con relación al electrodo a prueba **E** (pica). Y ofrece una lectura de resistencia en base al cálculo de relación tensión-corriente, de la ley de Ohm

$$R=U/I$$



Método 1. Método de medida a 3 hilos

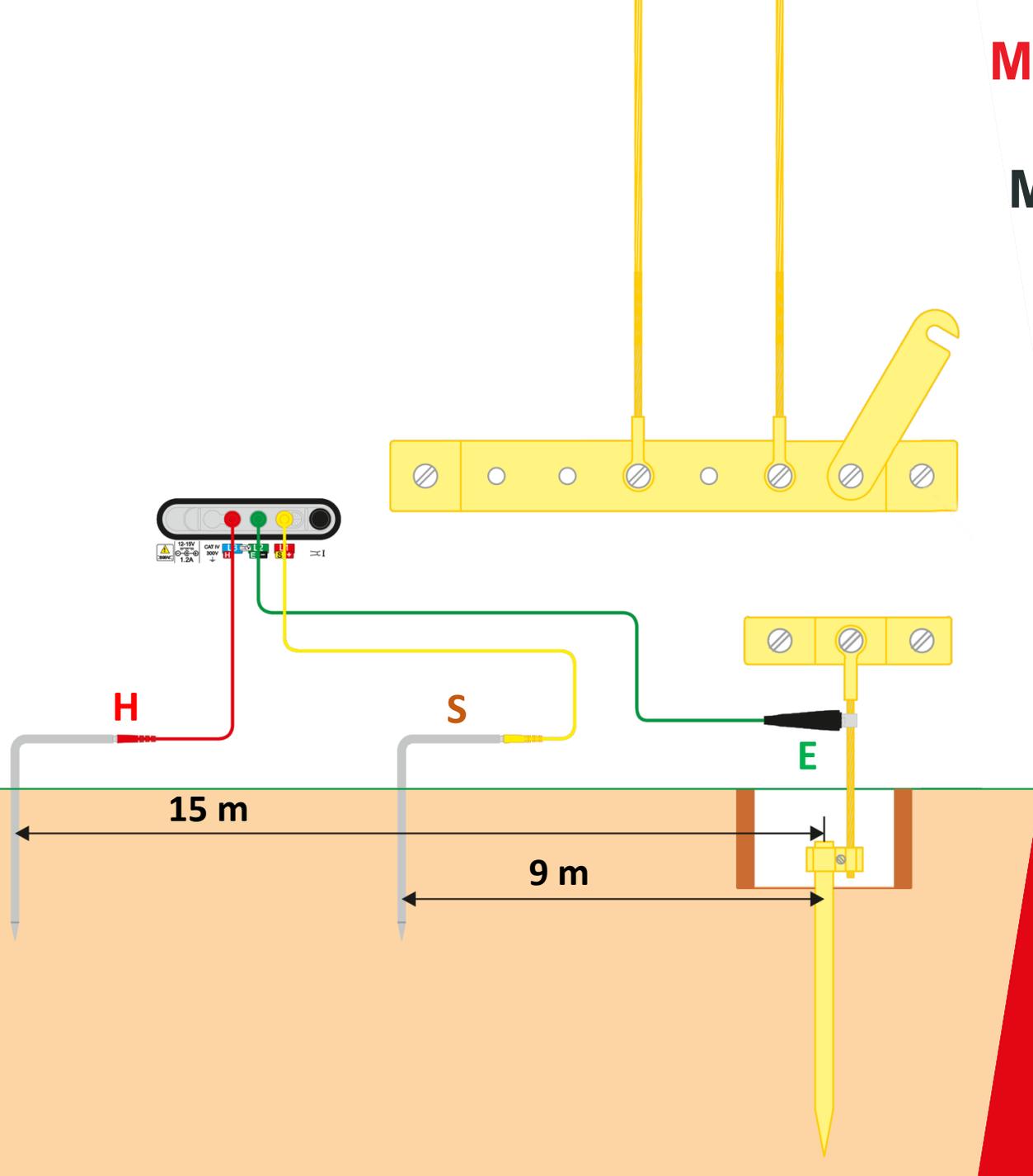
Método clásico, o del 62%

Procedimiento :

Desconectar el electrodo de tierra, mediante la borna de comprobación.

Atención: Si durante la medición se produce alguna fuga a través del conductor de protección y éste está desconectado del electrodo, puede darse una situación de riesgo.

Se debe preparar todo el dispositivo antes de abrir el circuito e inmediatamente después de medir se conecta nuevamente.



Megger[®]

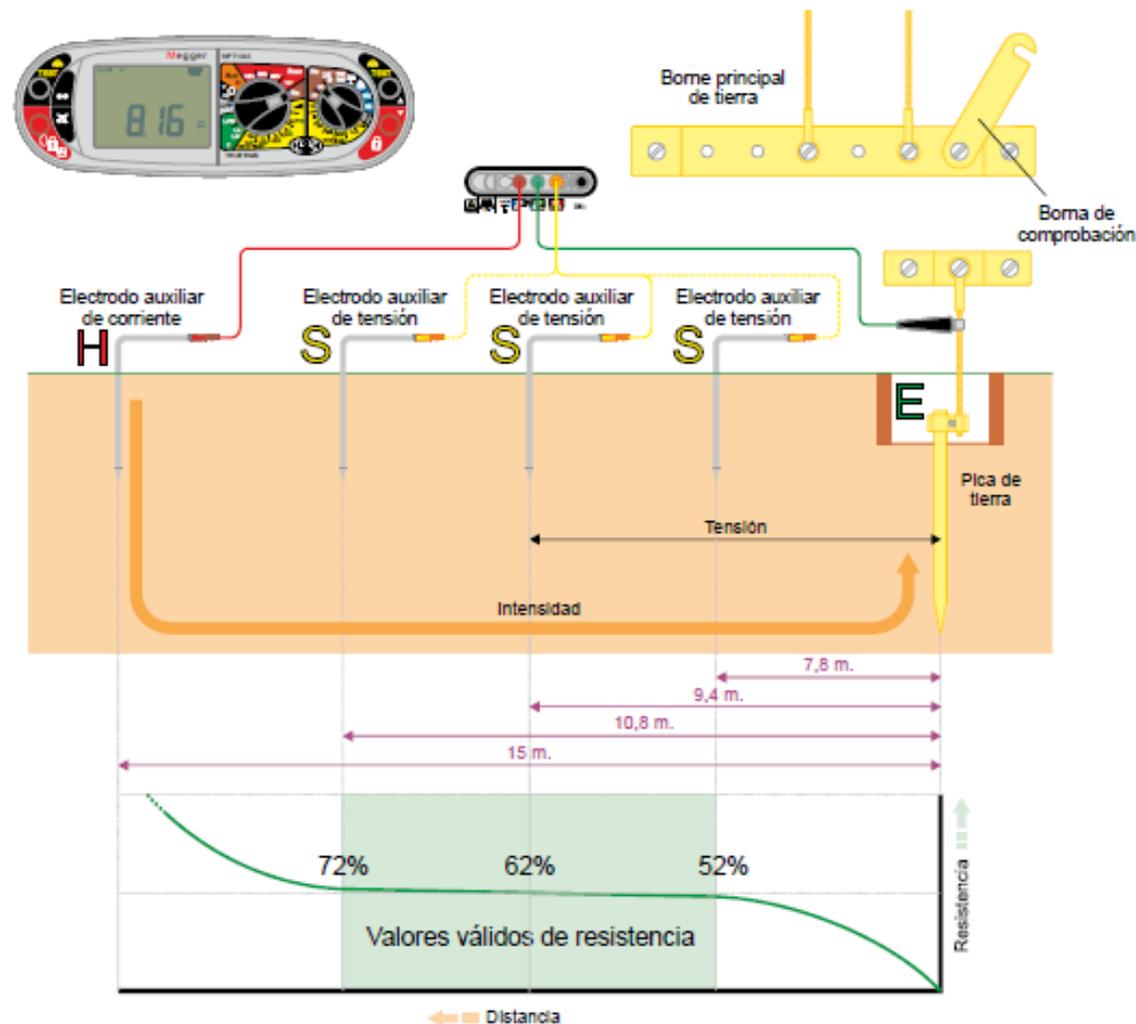
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

1.- Método clásico mediante dos electrodos auxiliares, del 62 %

Distancias mínimas recomendadas entre electrodos

Sistema de PAT	Distancia en m entre (H) y (E)	Distancia en m entre (S) y (E)		
		52%	62%	72%
Un electrodo	15	7,8	9,4	10,8
Varios electrodos	30,5 y 38	16 y 20	18,9 y 23,7	22 y 27,3
Sistemas extensos	61	31,7	38	43,92

El valor que determina **R** será el que se obtenga cuando los tres valores sean casi iguales o su tolerancia en % esté comprendida entre: $\pm 2\%$, $\pm 5\%$ y $\pm 10\%$, esto significa que las lecturas caen en la región de la meseta.





Método 1. Método de medida a 3 hilos

Método clásico, mediante dos electrodos auxiliares, del 62%, o caída de tensión o potencial

Se conectará el equipo al **electrodo de tierra E** mediante el **cable verde** y el **electrodo auxiliar de tensión S** mediante el cable de **color amarillo** y el **electrodo auxiliar de corriente H** al **cable rojo**.

Los **electrodos auxiliares** se **colocarán en línea recta** lo más lejos posible, como se indica en el dibujo.

Megger[®]

Método 1. Método de medida a 3 hilos

Procedimiento para medir la resistencia de un electrodo puesto a tierra.

1. Disponer de un bloc de notas y de la herramienta necesaria para la preparación y desarrollo del ensayo.
2. Disponer de los EPIS

El electrodo de corriente **H** se alejará todo lo posible del electrodo a medir **E**, si es posible el cable se extenderá totalmente. El **electrodo auxiliar de tensión S** se clavará a la distancia de **0,62 L**. La medida se repetirá a las distancias de **0,52 L** y **0,72 L**.

Si los resultados de las dos mediciones no difieren más de un **10%** de la primera medida (0,62 L), el primer resultado se considera bueno.

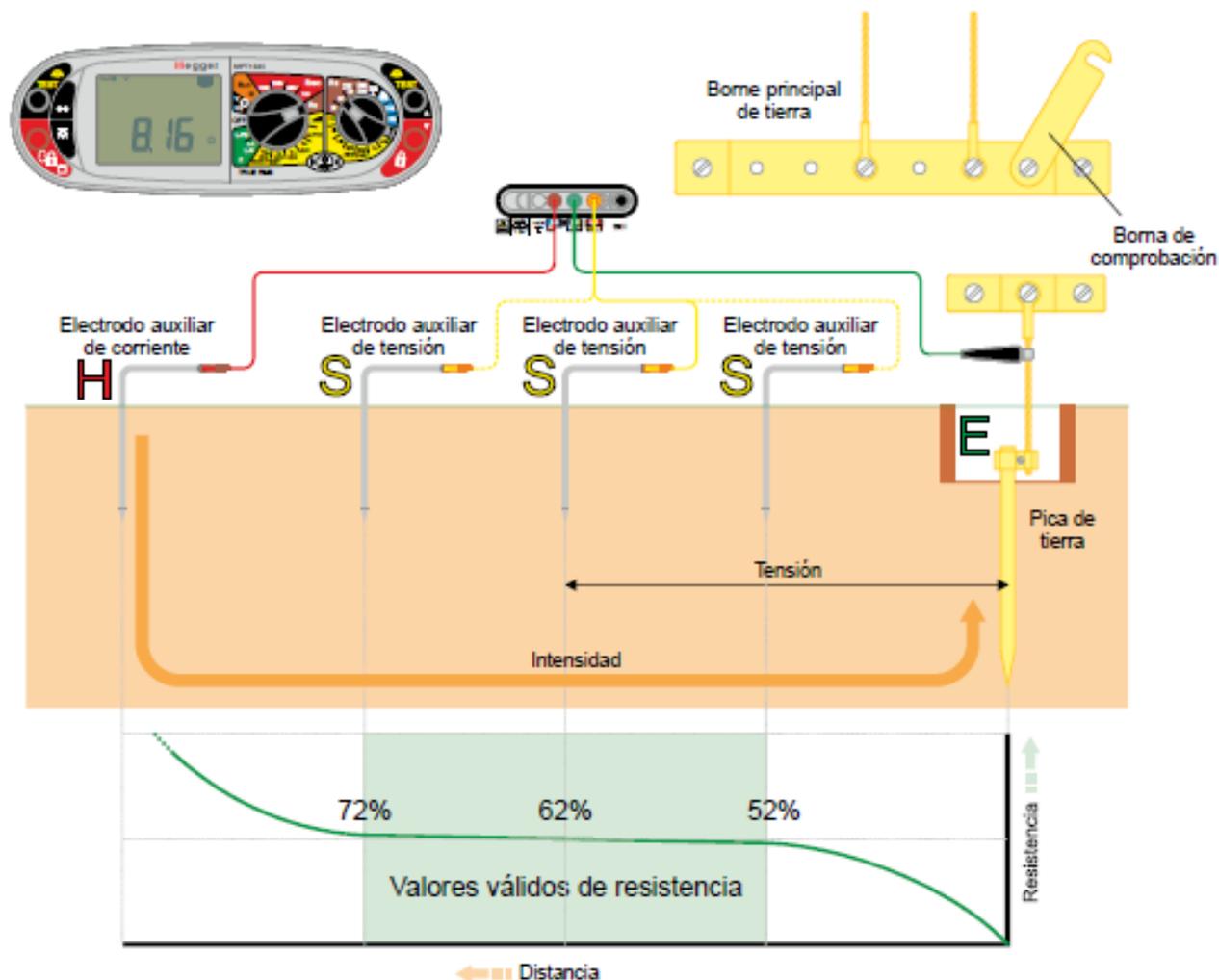


Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

2.- Método del triángulo.

Este método es similar al del 62%, se emplea cuando este no es posible aplicarlo, ya sea por imposibilidad de alineación de los electrodos o existencia de obstáculos intermedios que no permitan alejar suficientemente el electrodo de corriente (H).

Sistema de PAT	Distancia entre (H) y (E)	Distancia entre (S) y (E)
Un electrodo	15 m	9,4 m
Varios electrodos	30,5 y 38 m	18,9 y 23,7 m
Sistemas extensos	61 m	38 m



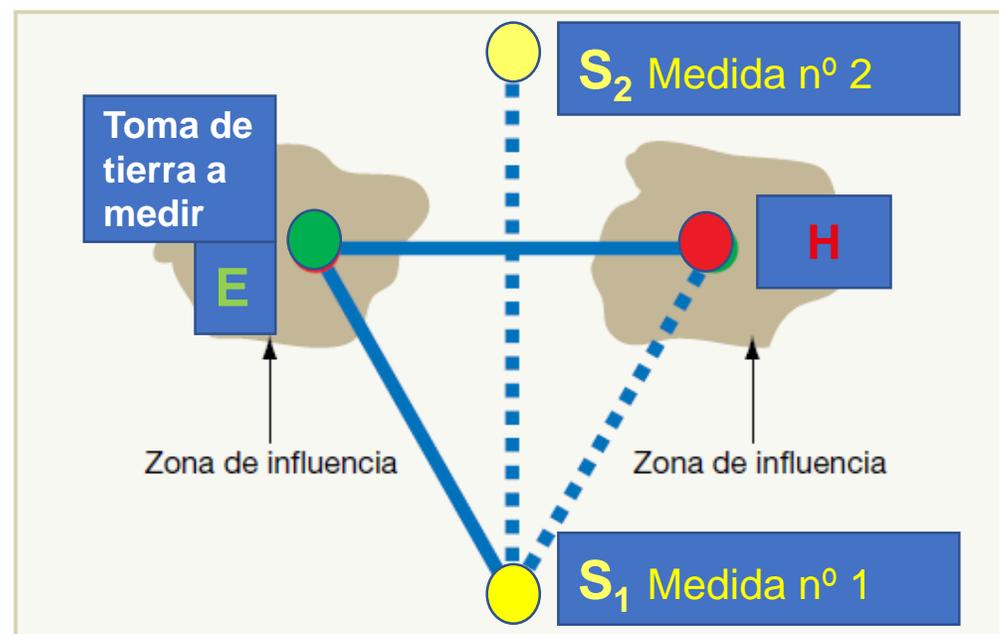
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

2.- Método Del triángulo.

El método consiste en:

- Clavar los electrodos auxiliares **H** y **S**, formando un triángulo equilátero con el electrodo a medir **E**.
- Realizar una primera medida colocando el electrodo auxiliar **S₁** según el dibujo y una segunda medición en **S₂**
- Si los valores obtenidos están próximos, la medición se considera correcta
- Si los valores obtenidos son muy diferentes, el electrodo **S** se encuentra en una zona de influencia y habrá que aumentarlas distancias y rehacer las mediciones.

Nota.- Para asegurarnos de que los valores obtenidos son correctos podemos realizar la medición aumentando la distancia.

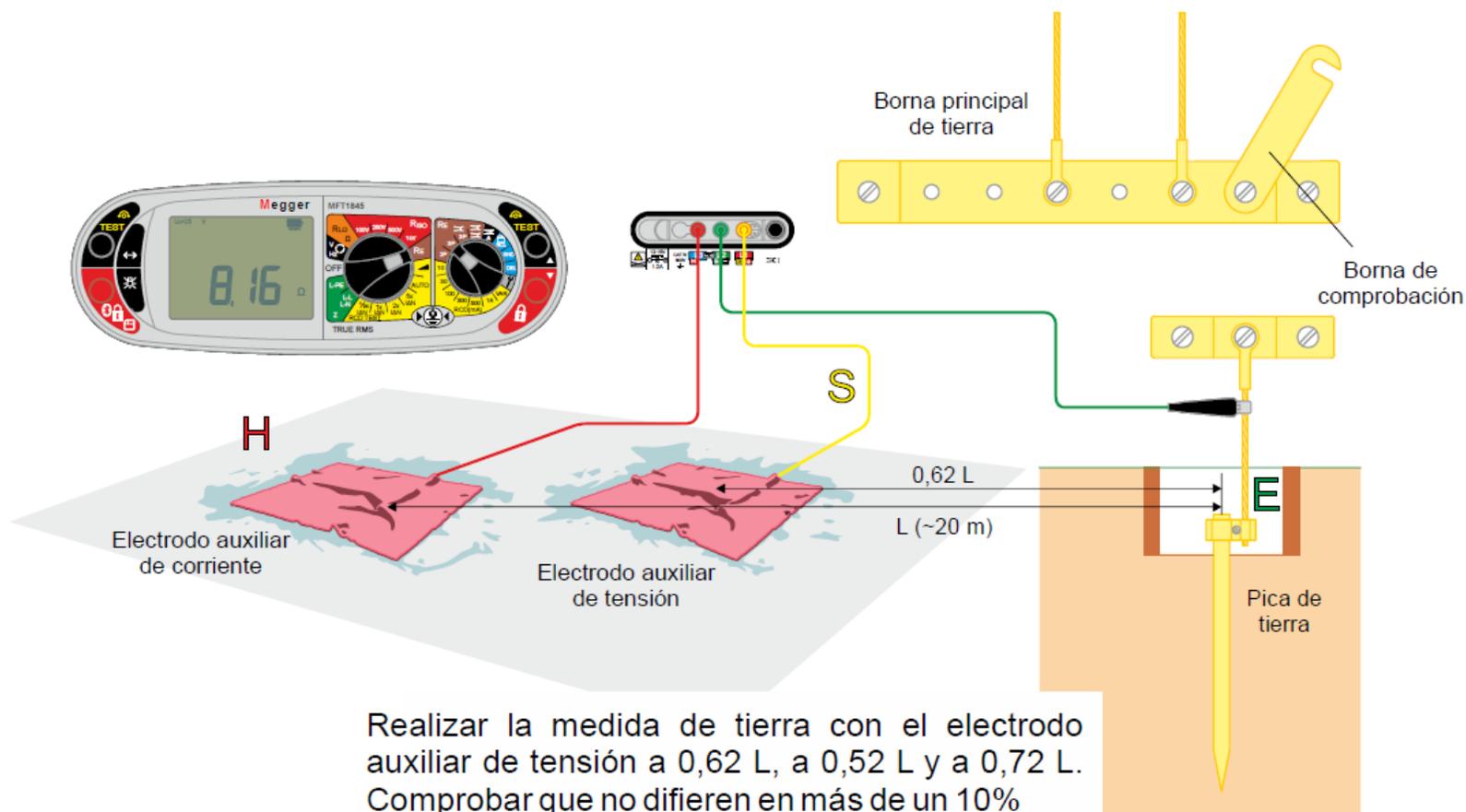


Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

3.- Método del electrodo vago o el cubo de agua.

Este sistema se utiliza cuando no es posible clavar electrodos auxiliares, como por ejemplo, en suelos pavimentados o de hormigón.

También pueden utilizarse placas de 30x30x3 cm en lugar de los electrodos auxiliares. El procedimiento es el mismo que con electrodos (Clásico)





4.- Método con dos electrodos auxiliares y una pinza

Sin desconectar la tierra

Se conectará el equipo al **electrodo de tierra E** mediante el **cable verde** y el **electrodo auxiliar de tensión S** al terminal de **color amarillo** y el **electrodo auxiliar de corriente H** al **cable rojo** y se conectará la pinza **IClamp** al aparato, según esquema.



Megger[®]

4.- Método con dos electrodos auxiliares y una pinza

- No es preciso desconectar la tierra
- La pinza de medición **Iclamp** debe colocarse por debajo de la conexión del **conductor de prueba verde**.

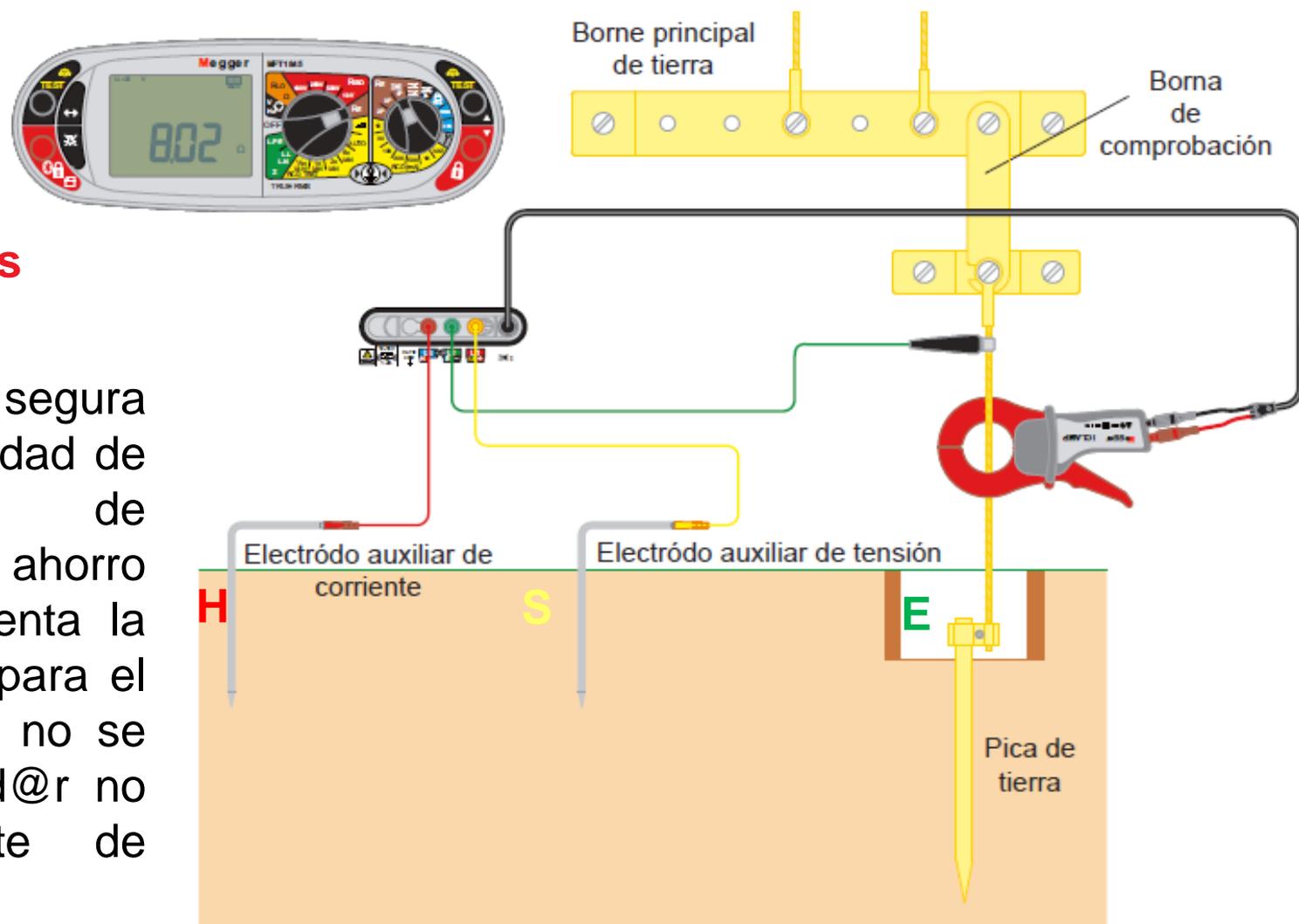
Este método se emplea para medir la resistencia de tierra en **instalaciones en funcionamiento**,. Supone un **ahorro importante de tiempo y una mayor seguridad** para la instalación en servicio y para los operarios.



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

4.- Método con dos electrodos auxiliares y una pinza

Este método permite de forma segura realizar la medición sin necesidad de desconectar el puente de comprobación, esto supone un ahorro de tiempo importante y aumenta la seguridad de la instalación y para el instalador, pues la instalación no se deja sin servicio y el instalador no debe manipular el puente de comprobación.



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

5.- Método de dos polos o simplificado (con toma de tierra auxiliar)

Este método se emplea para medir la resistencia de tierra en instalaciones en funcionamiento, donde no existe la posibilidad de clavar electrodos.





5.- Método de dos polos o simplificado (con toma de tierra auxiliar)

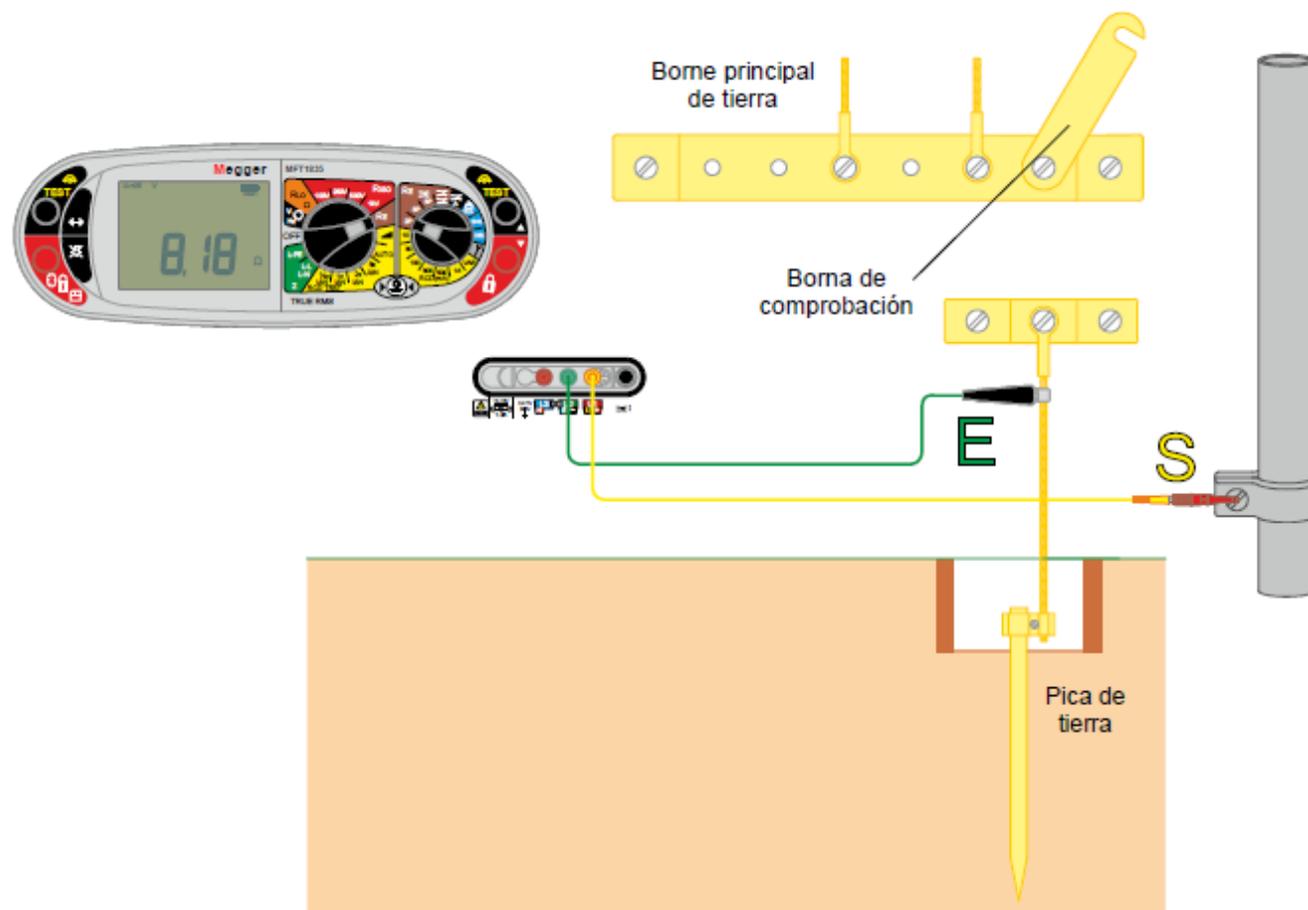
Se trata de un método un poco especial, consiste en cerrar el bucle a través de una estructura metálica, tubería, forjado de obras o similares. En este caso el aparato realiza la medida con una corriente elevada para poder asegurar unos resultados fiables.

Se debe desconectar el borne de comprobación, se conectará el equipo al **electrodo de tierra E** mediante el **cable verde** y la **toma de tierra auxiliar** al termina **S** de **color amarillo**.

Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

5.- Método de dos polos. (con toma de tierra auxiliar)

Este método se utiliza cuando no hay posibilidades de clavar electrodos y tenemos acceso a masas metálicas en contacto íntimo con la tierra, como señales de tráfico, farolas, forjado de obras, vallas, etc. La fiabilidad de la medición puede no ser muy precisa. El valor obtenido siempre será mayor que electrodo a prueba, pues en realidad estamos cerrando un bucle.



6.- Método con dos pinzas.

Simplifica notablemente la medición.

Observar las distancias mínimas y que las direcciones de las flechas de las pinzas estén en el mismo sentido.

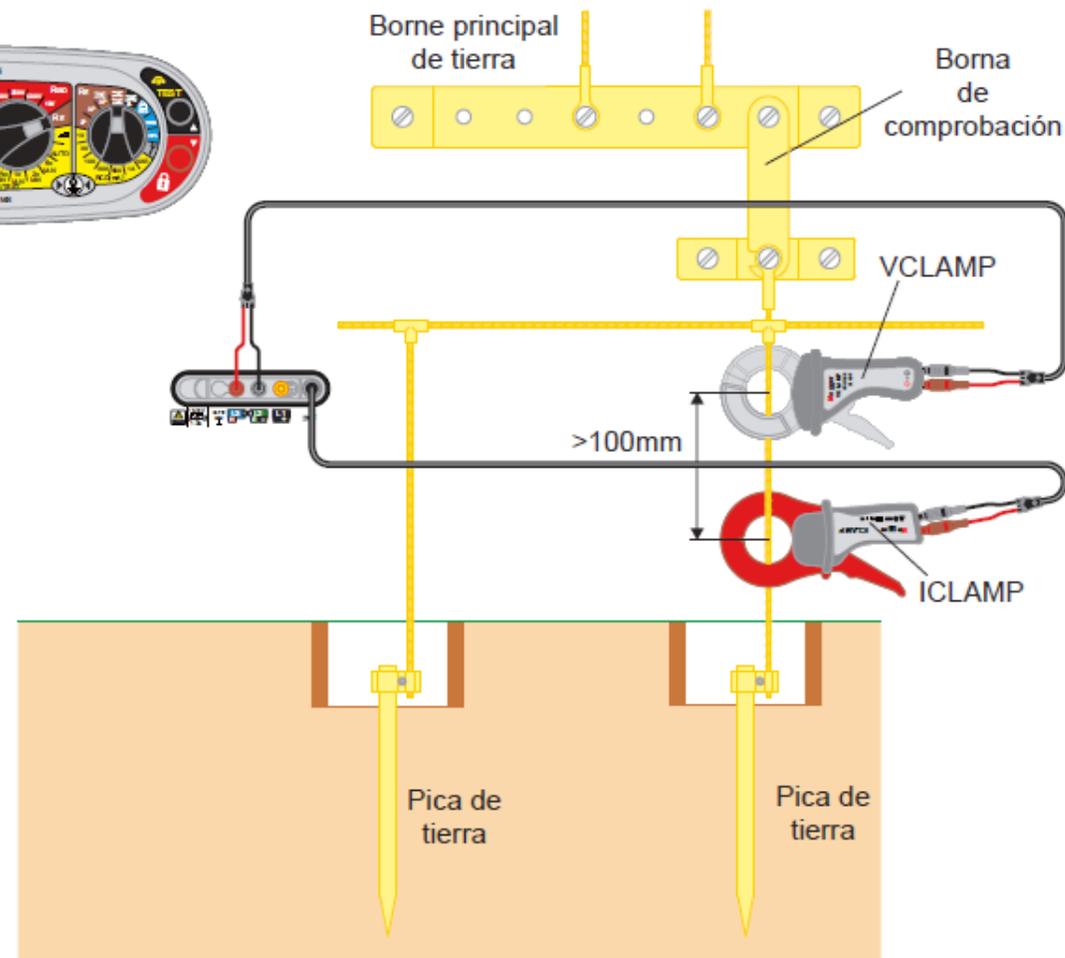
No es preciso desconectar el conductor de protección ni conectar los electrodos auxiliares.



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

6.- Método con dos pinzas y sin electrodos auxiliares.

Este método Solo es valido para tierras malladas o multielectrodos, su mayor ventaja es que permite medir **el valor de cada electrodo** de forma rápida y segura, realizando la medición de tierra sin necesidad de desconectar el puente de comprobación, lo que supone un ahorro de tiempo importante y aumenta la seguridad para la instalación, y para el instalad@r

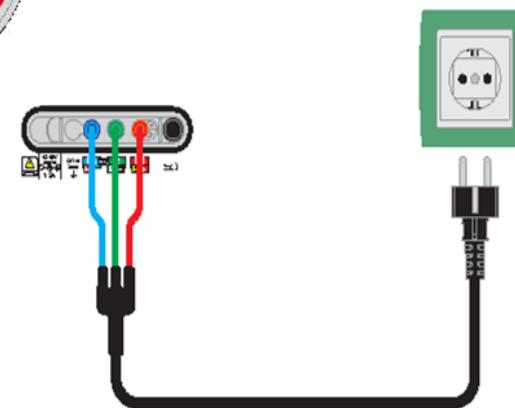


Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra



¡INSTALACIÓN
BAJO TENSIÓN!

7. Método de resistencia total de tierra (Impedancia de defecto de bucle)



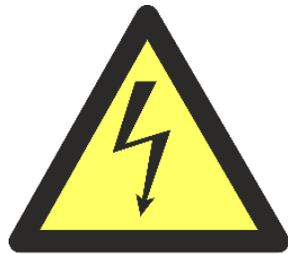
RESULTADO = $R_T + R_{\text{transformador}} \cong R_E$

- Mide la Impedancia de defecto bucle L-PE
- La norma UNE HD 60364-6:2016 permite utilizarlo.
- Es el sistema más empleado por la seguridad y tiempo de ejecución.
- En el modo 3Lo, el equipo **No provoca el disparo del diferencial.**

Atención “solo debe emplearse en sistemas TT”

7. Medida de las impedancias de línea y de bucle de defecto

En los sistemas TT esta medida permite determinar de forma fácil y rápida el valor de la **RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA**, sin necesidad de desconectar el puente de comprobación de PAT ni clavar electrodos auxiliares.



**¡INSTALACIÓN
BAJO TENSIÓN!**



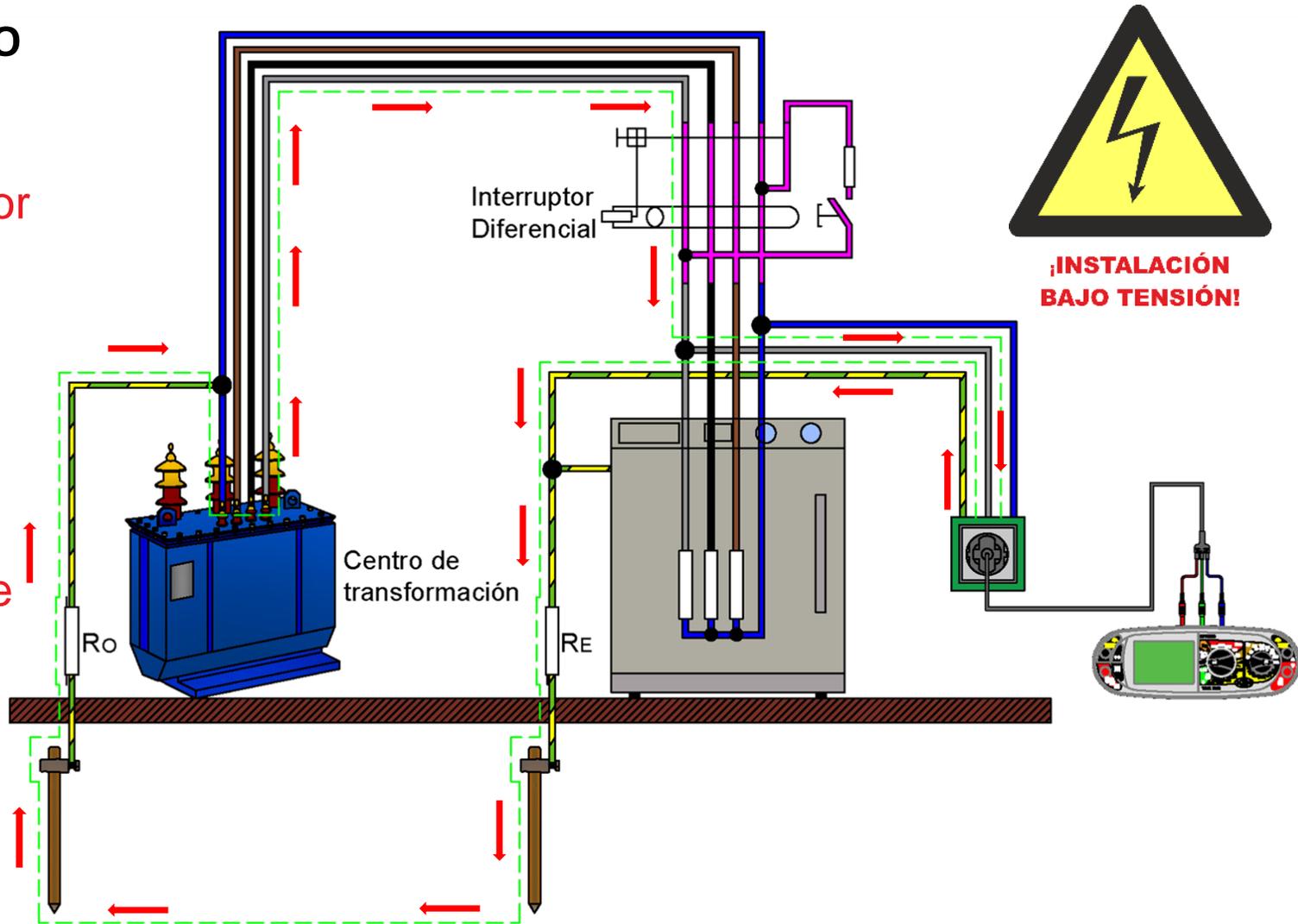
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

7. IMPEDANCIA DE BUCLE DE DEFECTO

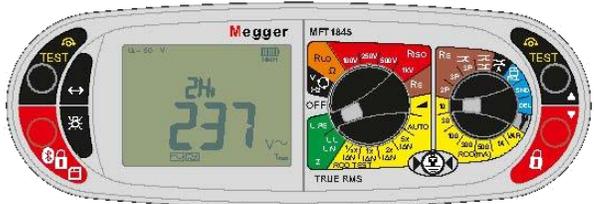
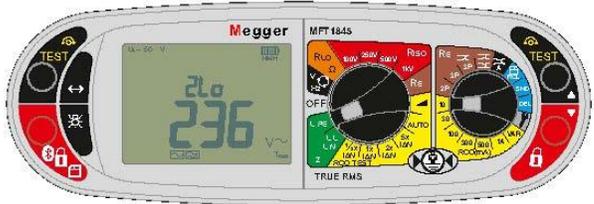
Es la impedancia medida entre los terminales de fase (L) y el conductor de protección (PE).

L → PE

La impedancia de bucle de defecto **debe ser lo suficientemente baja** para permitir que las posibles corrientes de defecto provoquen la actuación de las protecciones



7. Medida de las impedancias de bucle de defecto

Sistema de medición	Descripción	Imagen
3Lo 3 cables y pequeña corriente	Método preferente , para mediciones en tomas de corriente en instalaciones protegidas por interruptor diferencial . Esta prueba NO provoca disparo de diferencial .	 A digital multimeter (Megger MFT 1845) with a green LCD screen displaying '3Lo' and '230 Vrms'. The device has two rotary switches and several buttons on the right side.
2Hi 2 cables y corriente elevada	Esta prueba causa el disparo del diferencial , por tanto, debe realizarse en cuadros generales, siempre por encima del diferencial general . Esta prueba es más precisa que 3Lo, al inyectar una corriente mayor	 A digital multimeter (Megger MFT 1845) with a green LCD screen displaying '2Hi' and '237 Vrms'. The device has two rotary switches and several buttons on the right side.
2Lo 2 cables y pequeña corriente	Indicado para instalaciones a dos fases (L-L), sin conductor neutro (suele darse en viviendas antiguas) Esta prueba NO provoca el disparo del diferencial , inyecta una corriente baja (Lo), la medida puede realizarse en una toma de corriente.	 A digital multimeter (Megger MFT 1845) with a green LCD screen displaying '2Lo' and '236 Vrms'. The device has two rotary switches and several buttons on the right side.

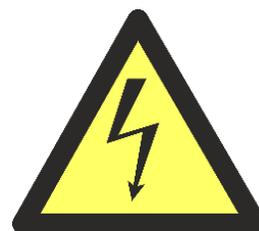
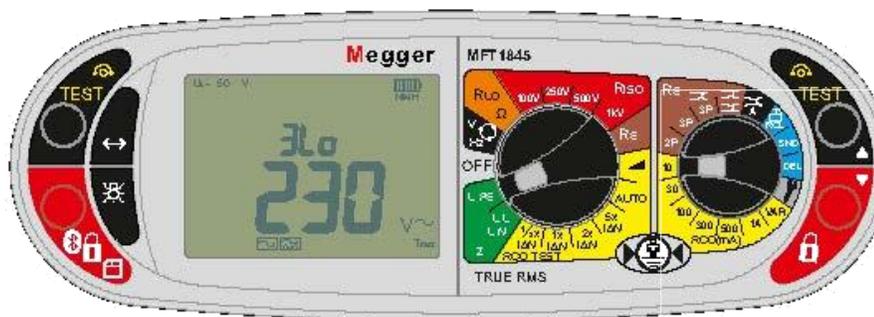
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

8. IMPEDANCIA DE BUCLE DE DEFECTO

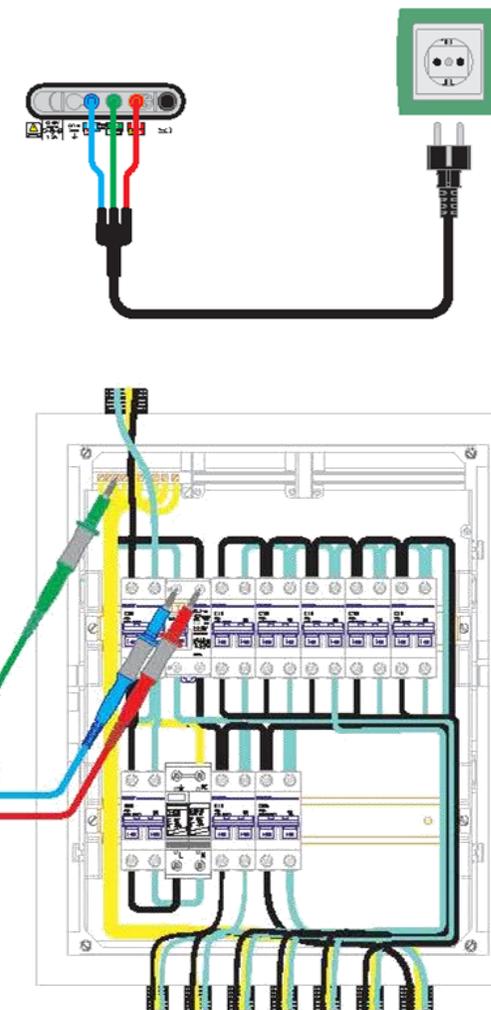
La corriente de prueba utilizada es una corriente baja (**Lo**) y por tanto **NO PROVOCA EL DISPARO DE LOS DIFERENCIALES**,

Esta prueba nos permite de forma sencilla, y rápida calcular el valor de la **resistencia de PAT** y la **posible corriente de cortocircuito** en ese punto de la instalación, de esta forma podemos dimensionar adecuadamente los elementos de protección, con Independencia del sistema de conexión del neutro.

3Lo prueba de impedancia de bucle de defecto con 3 cables y corriente baja (L- N - PE)



**¡INSTALACIÓN
BAJO TENSIÓN!**



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

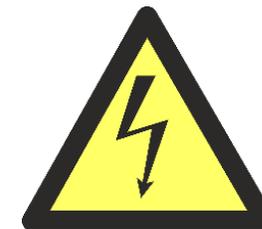
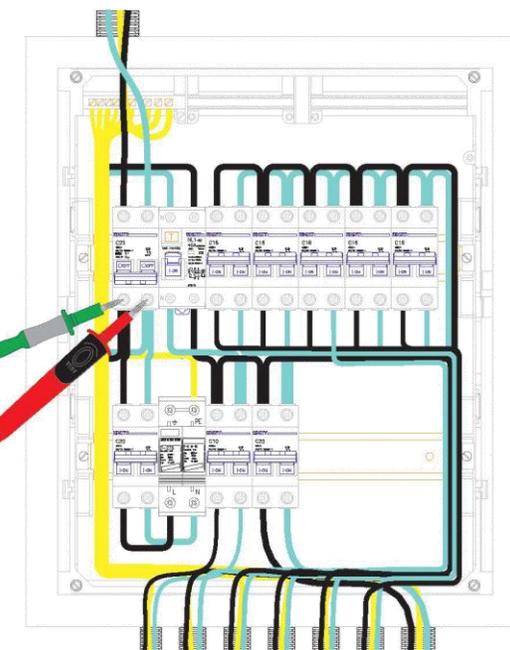
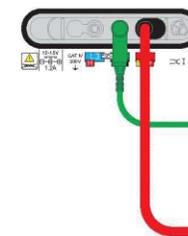
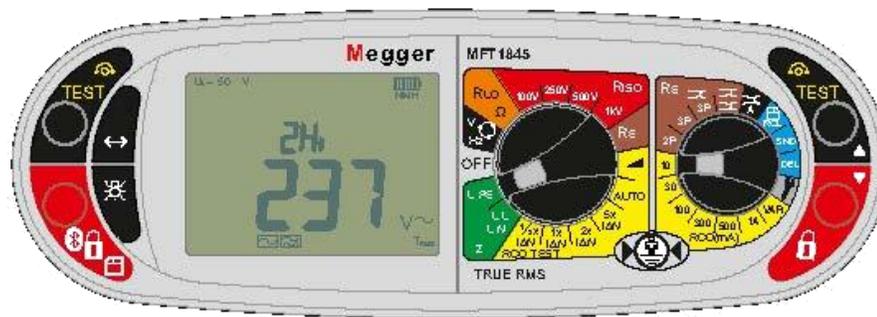
8. IMPEDANCIA DE BUCLE DE DEFECTO

2Hi prueba de impedancia de bucle de defecto con 2 cables y corriente elevada (L- PE)

Prueba rápida de 3 a 4 segundos con corriente de prueba elevada.

El objeto es conocer de forma rápida el valor de la impedancia de bucle de defecto, que será muy próximo al valor de **PAT de la instalación**, y la posible corriente de cortocircuito en caso de producirse una derivación a tierra.

En caso de existir diferencial, esta prueba se realiza **aguas arriba del diferencial**, para evitar el disparo de este.



**¡INSTALACIÓN
BAJO TENSIÓN!**

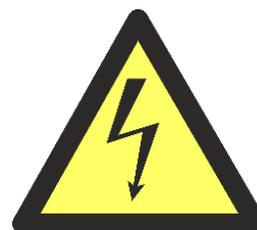
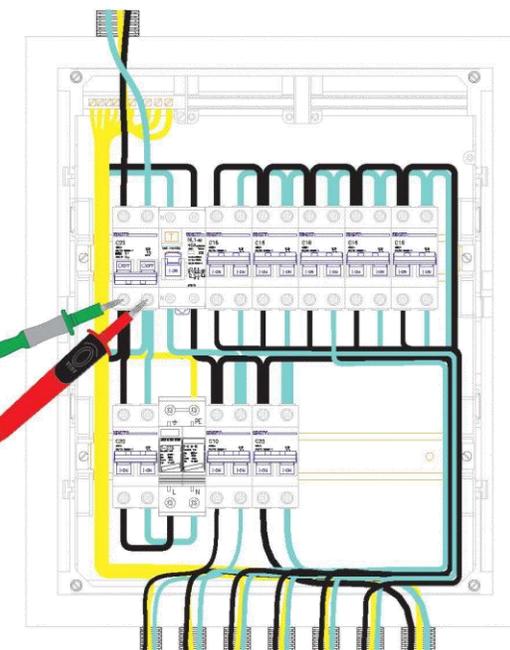
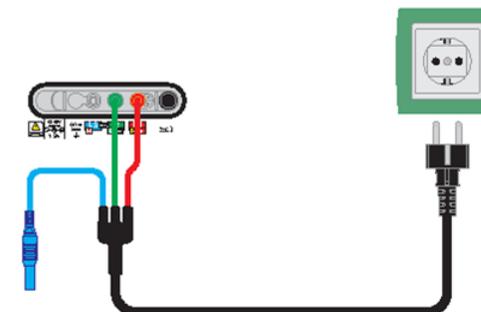
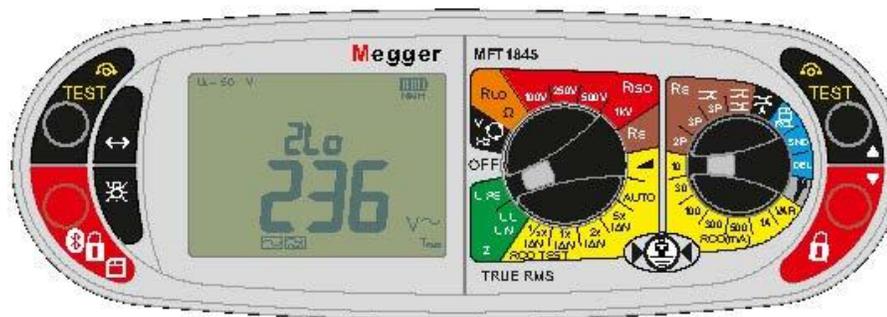
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

7. IMPEDANCIA DE BUCLE DE DEFECTO

El objeto de esta medida es conocer de manera rápida y sencilla, en instalaciones protegidas por diferencial, el valor de la **impedancia de bucle de defecto** y la **posible corriente de cortocircuito** que podría generarse en ese punto en caso de producirse una derivación a tierra.

Indicado para **instalaciones a dos fases (L-L), sin conductor neutro** (suele darse en viviendas antiguas) **Esta prueba NO provoca el disparo del diferencial**, inyecta una corriente baja (I_0), la medida puede realizarse en una toma de corriente.

Lo prueba de impedancia de bucle de defecto con 2 cables y corriente baja (L- PE)



**¡INSTALACIÓN
BAJO TENSIÓN!**

8.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C

La norma UNE HD 60364-6:2016, permite su empleo

Se utiliza para medir la resistencia de tierra en instalaciones en funcionamiento, **donde existen Tierras malladas o electrodos múltiples** de puesta a tierra,

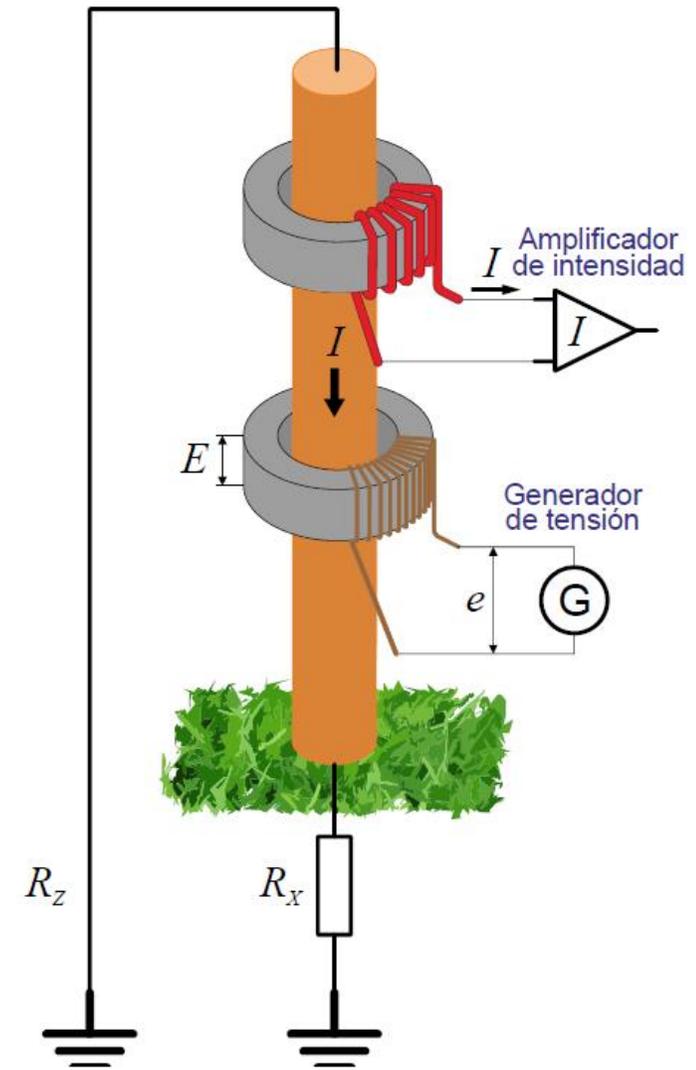
La pinza de tierra tiene la ventaja de poder utilizarse de forma rápida, sencilla y con mucha seguridad, con sólo abrazar el cable conectado a la tierra se conoce el valor de la tierra así como el valor de las corrientes que circulan por él.



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

8.- Fundamentos del método de medición con pinza medidora de tierras DET24C

- Una pinza de tierra consta de dos devanados, un devanado “**generador**” y un devanado “**receptor**”.
- El devanado “generador” de la pinza induce una tensión alterna a nivel constante **E** entorno al conductor abrazado; una corriente $I = E / R$ que circula entonces a través del bucle resistivo.
- El devanado “receptor” mide esta corriente.
- Conociendo **E** e **I**, se deduce la resistencia de bucle



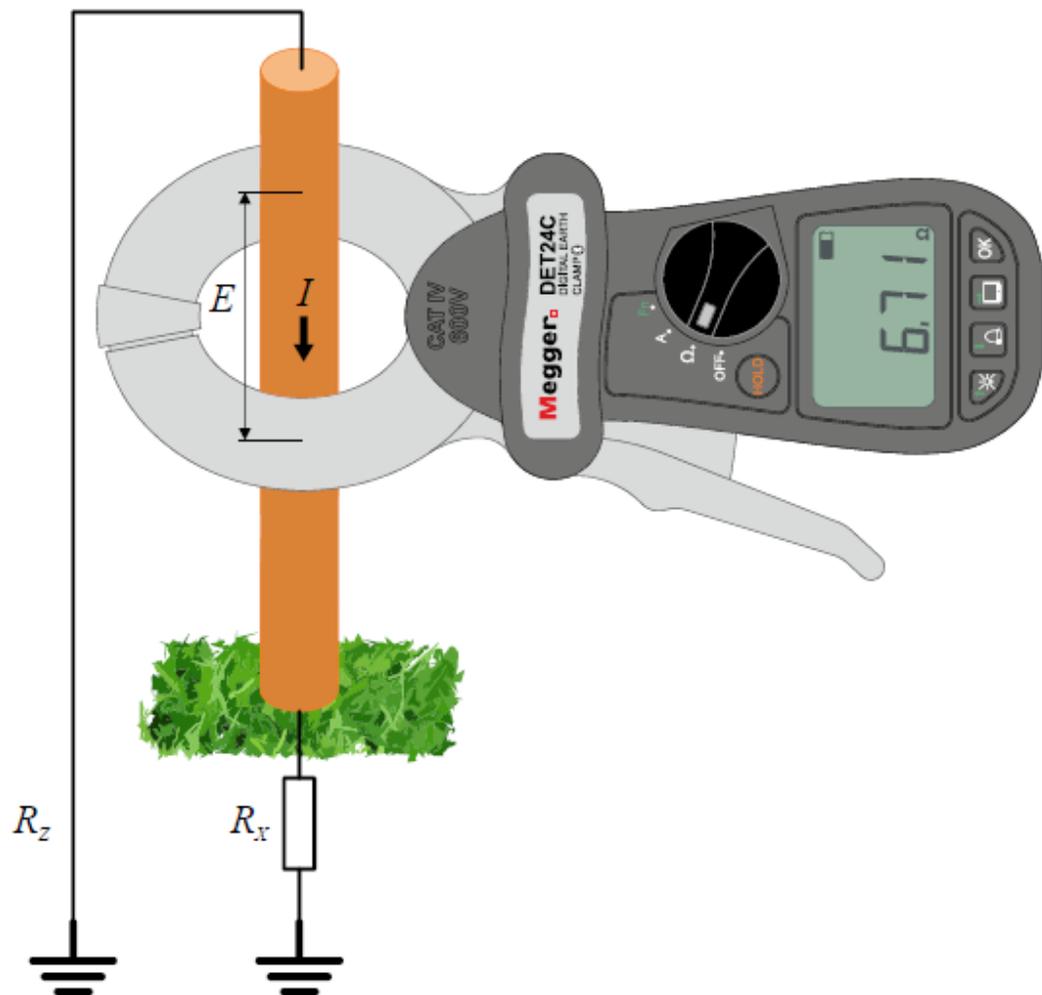
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

8.- Método de medición con pinza DET24C

Es la forma más sencilla de medir tierras en sistemas con múltiples electrodos.

Para evitar las corrientes parásitas y conseguir una medida más precisa, la pinza de tierra Megger DET 24 C utiliza una frecuencia de medida de 1390 Hz.

Es importante recordar que siempre **debe cerrarse el bucle**.



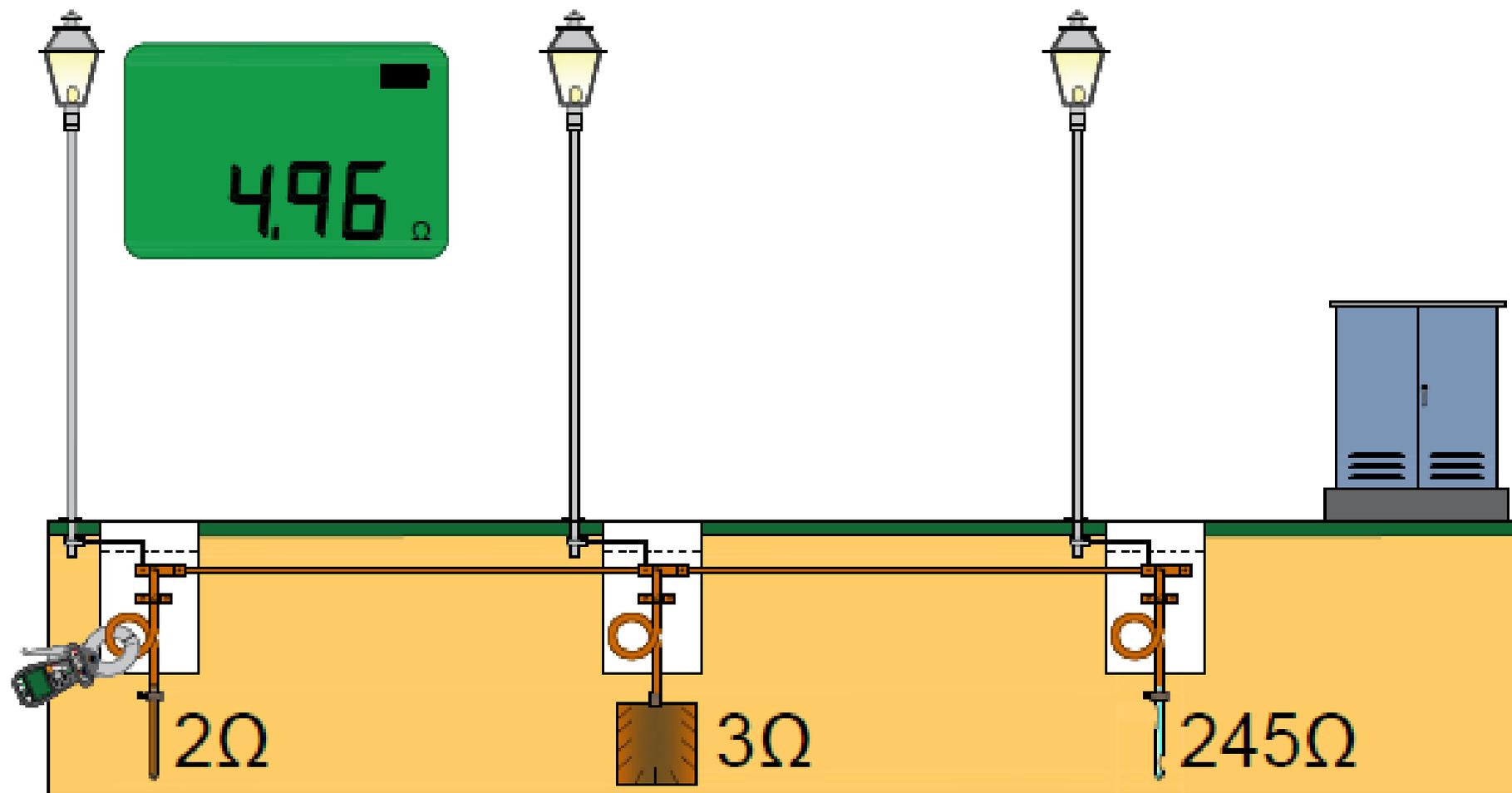
8.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C

DET24C es un probador de resistencia de tierra tipo pinza avanzada que establece nuevos estándares en cuanto a acceso, funciones, operación simple y **seguridad**. Es la forma más sencilla de medir tierras en sistemas con múltiples electrodos. La resolución para valores de tierra comprendidos entre : 10.0Ω a 99.9Ω es de $0.1 \Omega \pm 2\% \pm 0.5 \Omega$



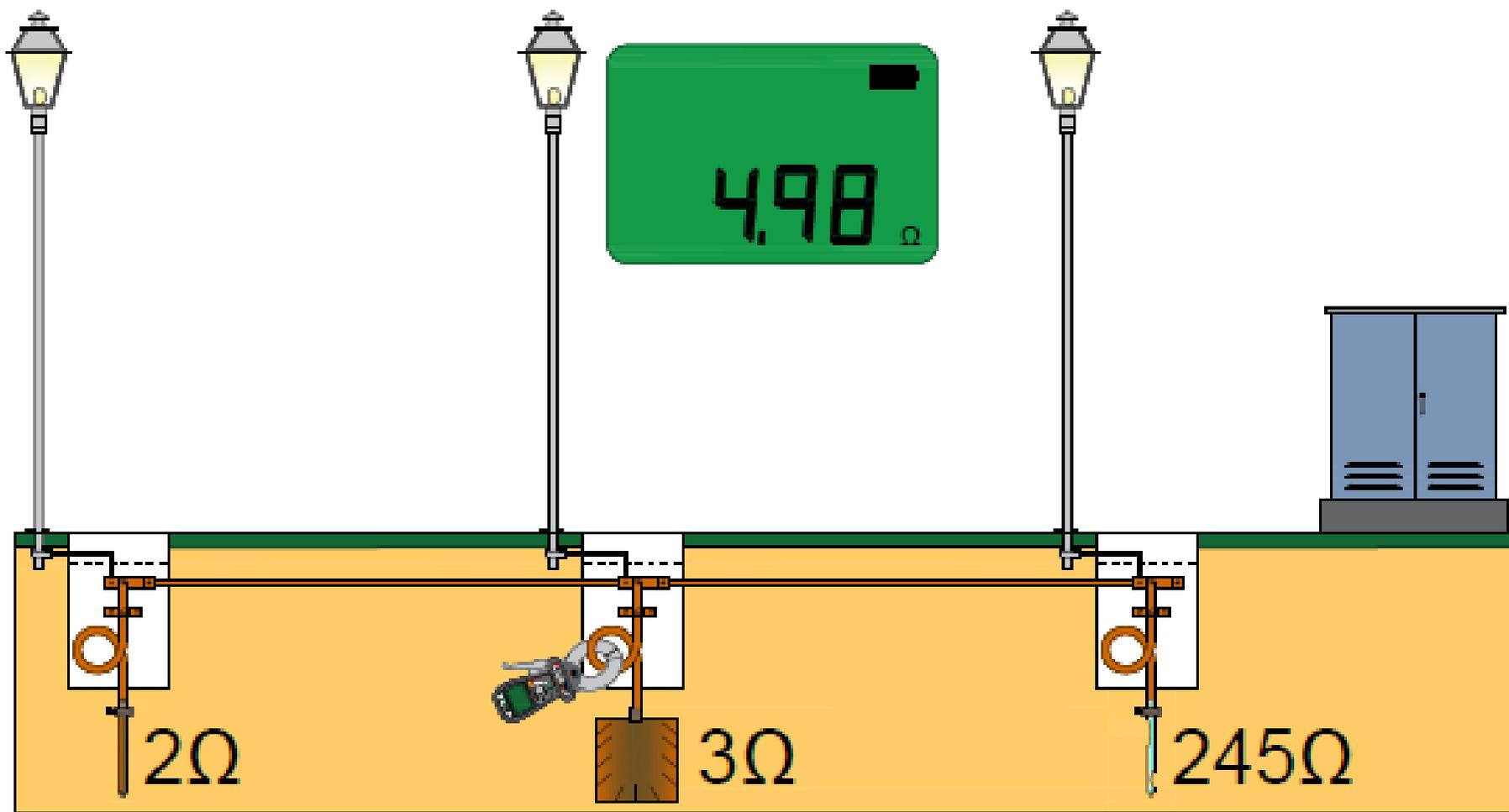
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

8.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C



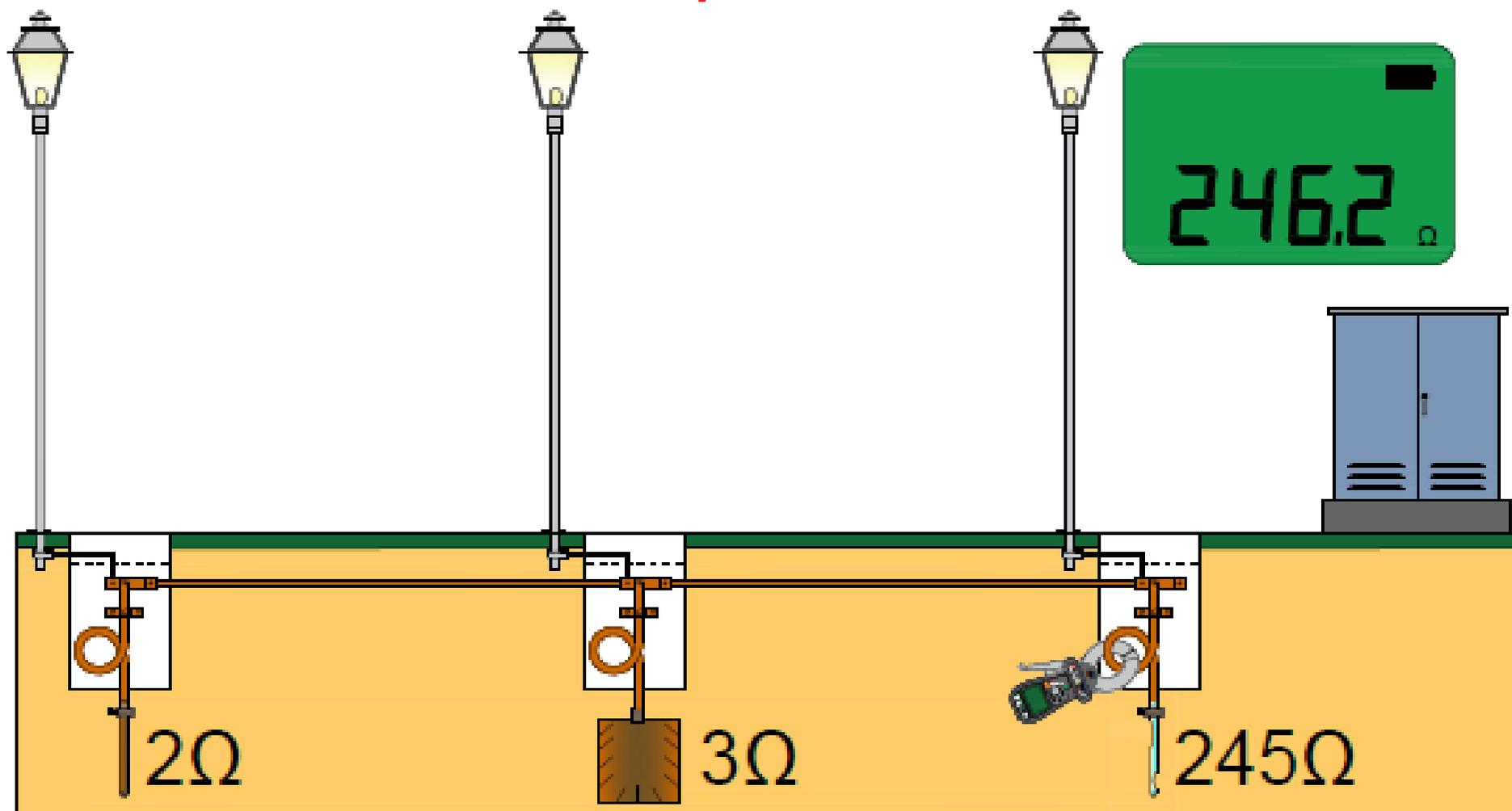
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

8.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C



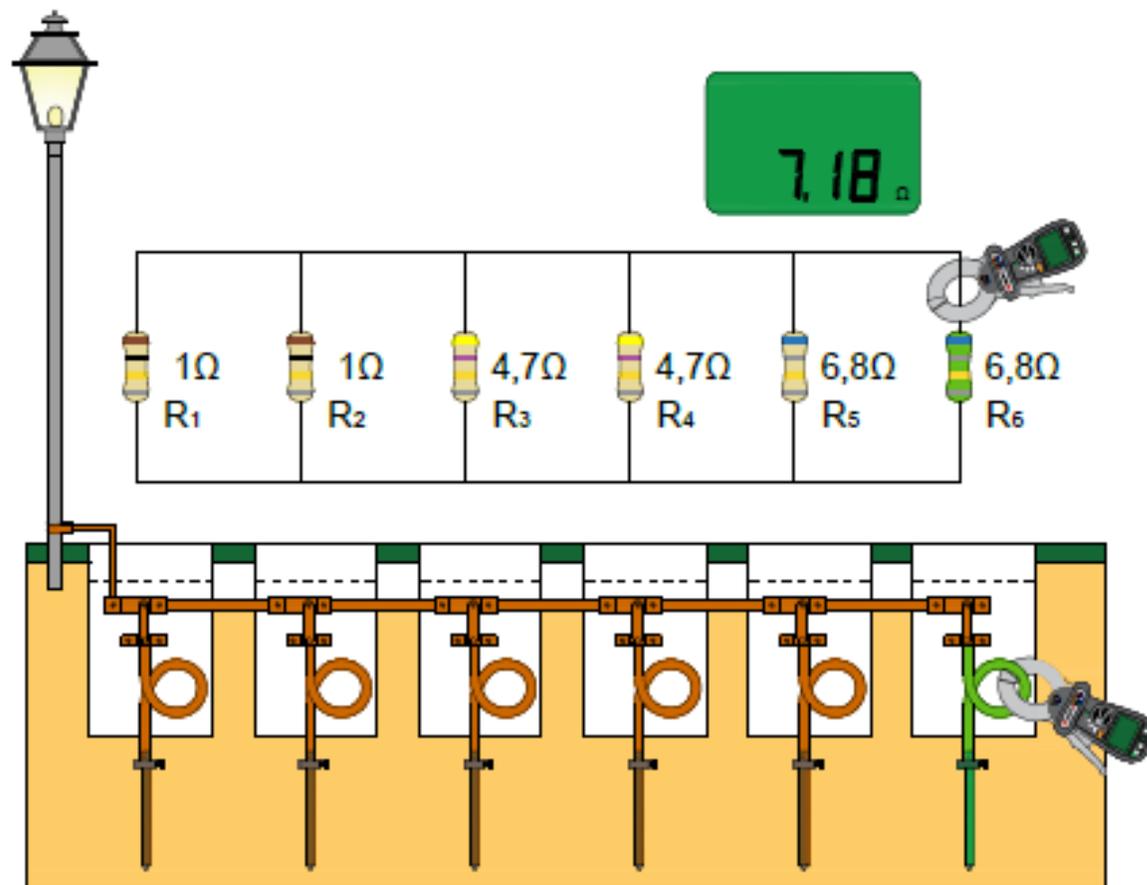
Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

8.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C



Cómo Realizar y Verificar las Medidas de Resistencia de Puesta a Tierra

8.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C



$$R_{\text{bucle}} = R_6 + (R_1 // R_2 // R_3 // R_4 // R_5) = 6,8 + 0,38 = 7,18\Omega$$



Gracias por su participación

“Cómo realizar y verificar las medidas
de puesta a tierra”

Recomendaciones

Visite nuestra página web y participe de nuestro Programa de Webinars 2020

Descargue nuestro ultimo [catálogo de equipos en baja tension](#)

Si necesita más información escribanos a info.es@megger.com

Muchas gracias por participar!!!