



**PROSOTEL DE MEXICO**  
**S.A. DE C.V.**  
**2-WAY RADIO**



# **Sistema de protección de tierra física magnética MG<sup>®</sup>**

**Presentación de la solución**

# Introducción

PROSOTEL DE MEXICO  
S.A. DE C.V.  
2-WAY RADIO

- Hablar de "Tierras Físicas" o "Tierras Eléctricas" suena muy abstracto para quien no está relacionado con el tema. **La TIERRA FÍSICA es una conexión de SEGURIDAD HUMANA Y PATRIMONIAL** que integramos a la planta eléctrica a fin de proteger los diferentes equipos que la componen de disturbios u otros imponderables que pueden dañarlos. Las descargas potencialmente dañinas provienen de imprevistos tales como fenómenos naturales o artificiales (descargas atmosféricas o electrostáticas, interferencia electromagnética y también de errores humanos).
- En la actualidad, la Norma Oficial Mexicana recomienda que se instalen varillas de conducción para conformar la tierra física de cualquier tipo de instalación eléctrica. Sin embargo, si dichas varillas se ubican en una superficie reducida (es decir, cercanas entre sí), los flujos de corriente utilizarán las mismas trayectorias de salida para la disipación y con ello se reducirá de manera importante la capacidad de conducción del suelo.
- Se busca un sistema de protección que tenga las características de un **electrodo magnetoactivo** integral de mayor transmisión de corriente.

# Sistema de tierra magnética MG®

PROSOTEL DE MEXICO  
S.A. DE C.V.  
2-WAY RADIO

## Electrodo magnético



El electrodo magnético MG es una estructura de cobre en forma triangular, diseñada para ser de tipo LCR (inductiva-capacitiva-resistiva). El cobre utilizado cuenta con un tratamiento anticorrosivo.

Por sus propiedades físicas y tratamiento especial, el electrodo MG es resistente a la corrosión y a la sulfatación. Adicionalmente, este elemento:

- Ofrece una conductividad electromagnética constante y de baja impedancia
- No contamina el entorno
- Al no contar con piezas oxidables, es totalmente libre de mantenimiento

El electrodo MG emplea la fuerza de gravedad de la tierra además del propio campo geomagnético terrestre para conseguir una baja impedancia de puesta a tierra. Lo anterior, independiente del tipo de suelo y su resistividad.

Los vectores aplicados a la estructura enterrada producen una polarización anódica en la base del electrodo y una polarización catódica en la placa superior, lo cual genera un campo catódico estable de baja reluctancia en la superficie del terreno que rodea la estructura.

El dispositivo LCR opera como un circuito tanque LCR de 100 MHz a 3.5 GHz, disminuyendo en forma importante impulsos indeseables, interferencia electromagnética (EMI) y de radiofrecuencia (RF).

El electrodo se instala en conjunto con nuestro acoplador equipotencial MG.

# Sistema de tierra magnética MG®

PROSOTEL DE MEXICO  
S.A. DE C.V.  
2-WAY RADIO

## ■ Acoplador equipotencial



El acoplador equipotencial MG es un dispositivo que trabaja en conjunto con nuestro electrodo magnético. Estos dos elementos se conectan entre sí a través del borne inferior. La tierra física (protegida por un supresor de picos de amplio espectro) se conecta en el borne central superior.

Los bornes laterales del acoplador se conectan a uno o varios puntos del acero contenido en la estructura del inmueble, o bien, tubería de agua u otras masas metálicas.

Al aplicar una solución de este tipo, el resultado obtenido es que se permite controlar impulsos electromagnéticos, dado que la estructura trabaja como un gran electrodo.

La solución integrada por el electrodo magnético y el acoplador equipotencial cancela tanto el alto riesgo como la vulnerabilidad que se tiene cuando en la planta eléctrica encontramos el muy común arreglo de hilo directo a tierra sin control bi-direccional.

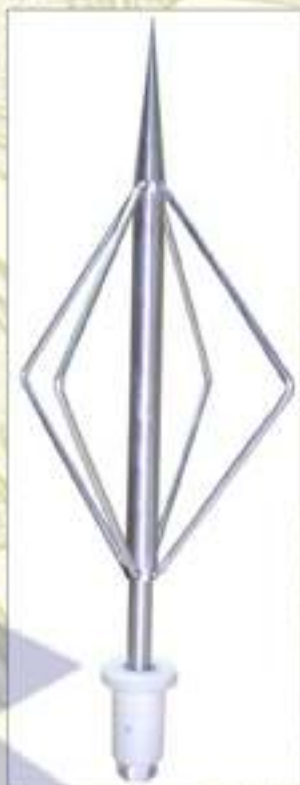
MG recomienda que todas las uniones a la estructura del inmueble se realicen utilizando soldadura cadweld®, mientras que las puntas que conectan hacia el acoplador se rematen con zapatas especiales para ponchar.

En la fotografía se muestra una solución típica para separar neutro y tierra a nivel de acometida, anterior al interruptor general o centro de cargas.

# Sistema de tierra magnética MG®

PROSOTEL DE MEXICO  
S.A. DE C.V.  
2-WAY RADIO

## ■ Punta de pararrayos



Considerando que el 95% (en promedio) de las descargas atmosféricas son originadas por nubes catódicas (-) en su parte inferior y que el restante 5% son anódicas (+), disminuye la probabilidad de que ocurra una descarga atmosférica cerca o sobre el sistema MG. Aquí debemos hacer notar que la protección que brinda la punta de pararrayos dependerá de las características de la instalación.

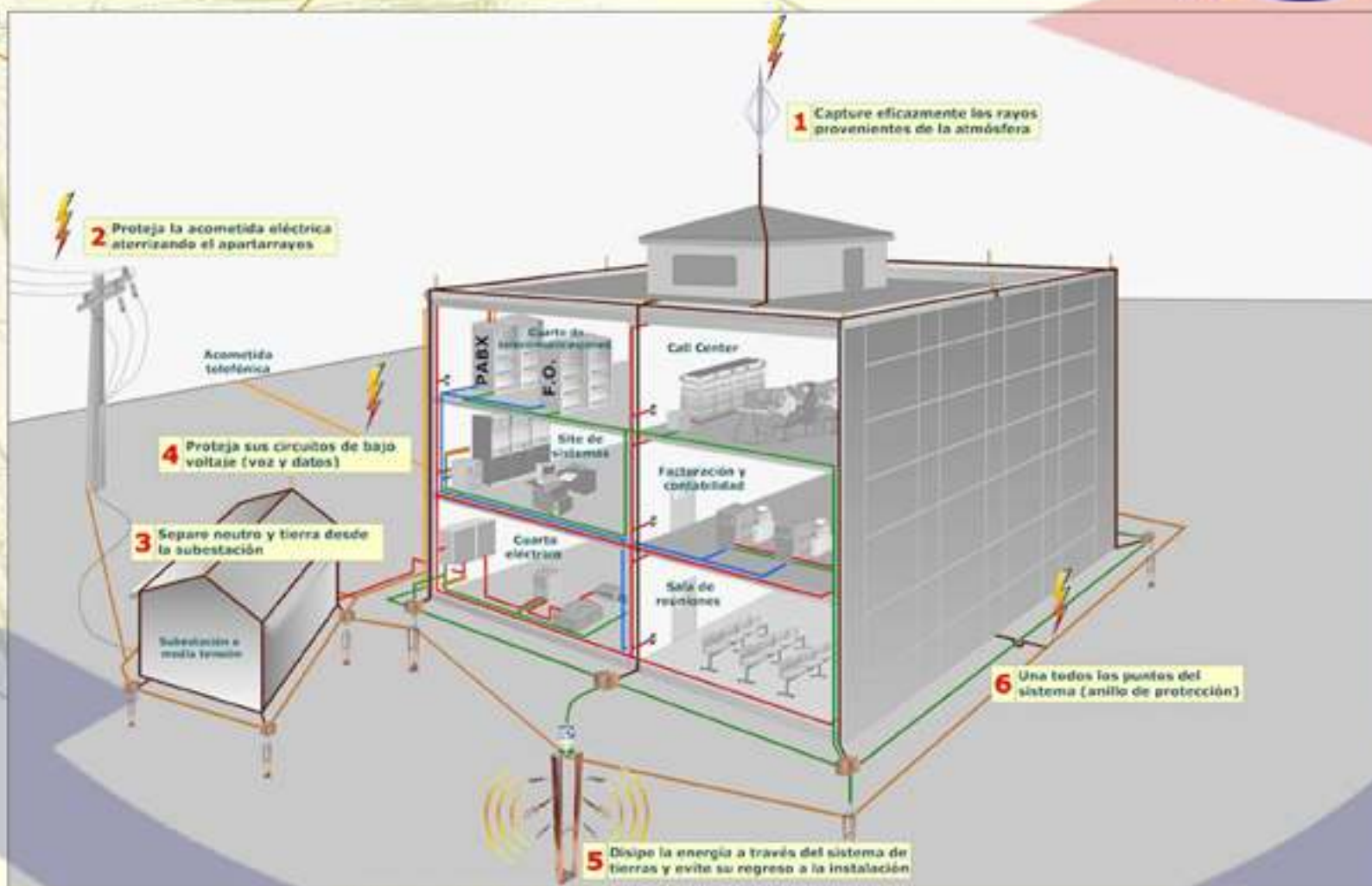
El sistema MG ofrece una baja impedancia a tierra para este tipo de tensiones y unidireccional preponderante a tierra, con acoplamiento electromagnético para confinar la radiación.

La punta de pararrayos MG está fabricada 100% en acero inoxidable, y cuenta con un conector especial modulable (pueden conectarse diversos calibres) a base de rosca y perno. Adicionalmente, se entrega con una manga protectora del conductos y aditamentos comunes de sujeción.

El cable de cobre aislado (hasta 1 kV) recomendado para esta aplicación es del tipo K, y el rango de calibres admisibles va de 1/0 a 250 MCM.

# Integración del sistema MG

PROSOTEL DE MEXICO  
S.A. DE C.V.  
2-WAY RADIO



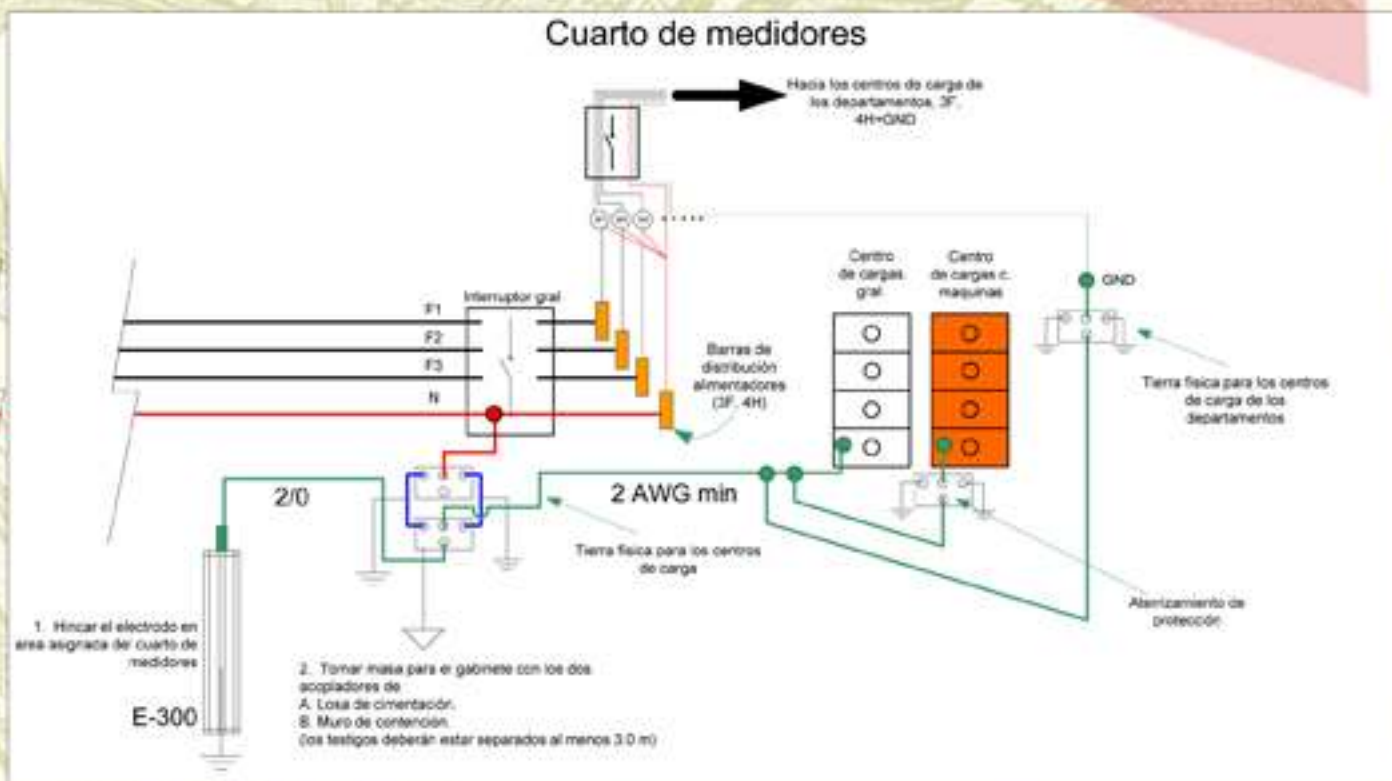
# Ejemplo de diagrama de instalación

PROSOTEL DE MEXICO  
S.A. DE C.V.  
2-WAY RADIO

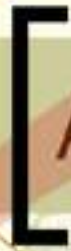
Acometida CL y FC Baja Tensión

AC

## Cuarto de medidores



En este diagrama mostramos una instalación típica para puesta a tierra de los circuitos eléctricos de un edificio de departamentos.



# Algunos clientes a la fecha



FOVISSSTE

más recursos,  
más humanos



Televisa



Banamex





# Procedimientos de instalación y pruebas

# Procedimiento de instalación Electrodos Magnéticos MG®



**1. ORIENTACION MAGNETICA.** En uno de los vértices del cátodo (cualquiera de los tres), con la ayuda de una brújula, se deberá localizar el polo norte geomagnético, que se denomina "PNGM", de acuerdo con la figura 1.

**2. RELLENO DEL FOSO.** Sin perder el centrado, la orientación PNGM y la verticalidad, se procederá al relleno del foso, en capas de 10 cm, procediendo la compactación de estas, cuidando de no dañar mecánicamente el electrodo, como se indica en la figura 2.

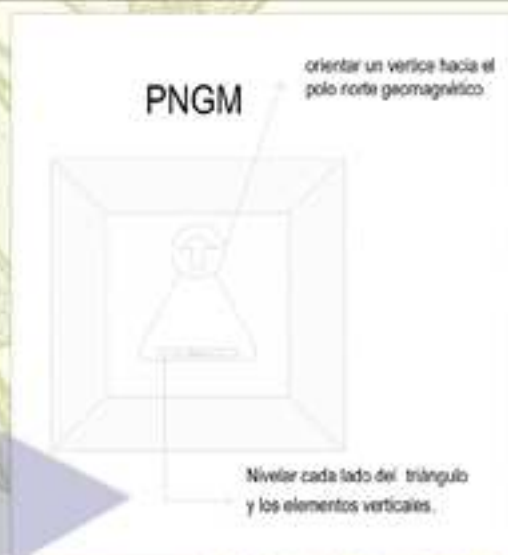


Figura 1. Orientación y nivelación magnética



Figura 2. Relleno del foso

# Procedimiento de instalación

## Electrodos Magnéticos MG<sup>®</sup>



**3. NIVEL MAXIMO DEL RELLENO.** El relleno deberá llegar a un nivel máximo de 5 cm. por debajo de la cara superior del dispositivo LCR, de acuerdo a la figura 3.

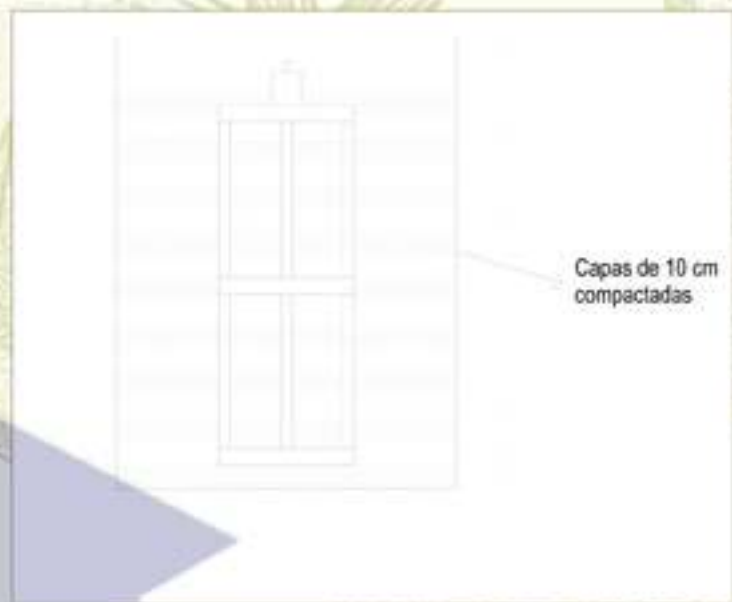


Figura 3. Nivel máximo de relleno

**4. ACABADO.** Se recomienda dar al concreto depositado en el foso acabado fino, con cuchara o llana de albañil.



Figura 4. Colocación del concreto

# Procedimiento de instalación

## Electrodos Magnéticos MG<sup>®</sup>



**5. CONEXIÓN DEL DISPOSITIVO LCR.** Es importante la previa presentación del cableado, ya que nuestra ingeniería no admite "cocas" o derivaciones que trabajen como bobina, por lo que deberá ser lo mas recto posible en su trayectoria a través del PVC y el punto de conexión del dispositivo.

**6. CONEXIÓN DEL ACOPLADOR.** Los cables en la placa de conexiones no deben cruzar por enfrente. En la figura 6a se muestra las trayectorias que debe seguir el cableado en las terminales del acoplador. En la figura 6b se muestra una instalación incorrecta.



Figura 5. Conexión del dispositivo LCR.

Figura 6. Conexión del acoplador

# Dimensiones del foso

## Modelos de electrodos Industriales.

Modelo	cap.	a	p	Sacos de compuesto de 25 kg.
L	75 A.	40cm	110cm	1
L	300 A.	60cm	110cm	3
L	650 A.	100cm	120cm	5
L	800A.	120cm	220cm	8
L	1200 A.	150cm	250cm	12

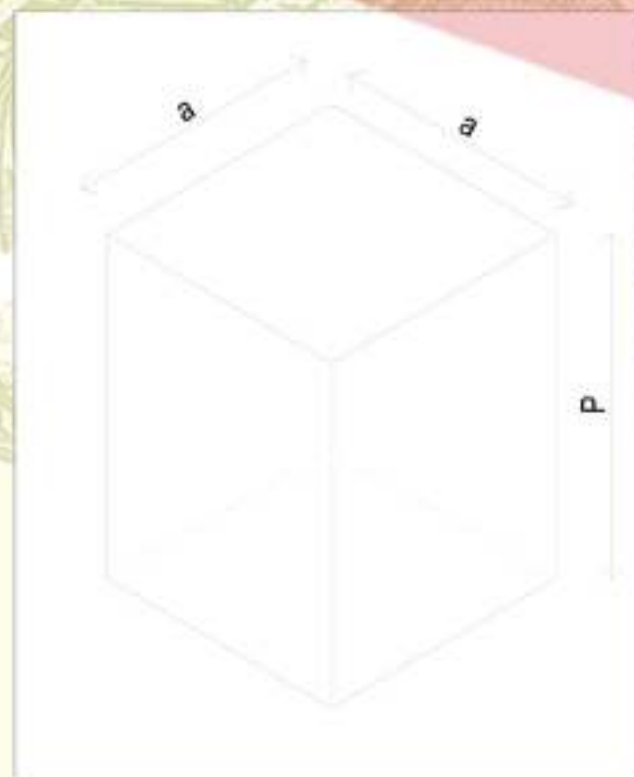


Figura 7. Dimensiones del foso

# Pruebas eléctricas

PROSOTEL DE MEXICO  
S.A. DE C.V.  
2-WAY RADIO

**a. Polaridad.** Antes de llegar a la parte media del electrodo con el material mezclado durante el relleno del foso, se deberá verificar la polaridad de la estructura entre una varilla o referencia metálica, polaridad que debe ser positiva (+), según se muestra en la figura 8.

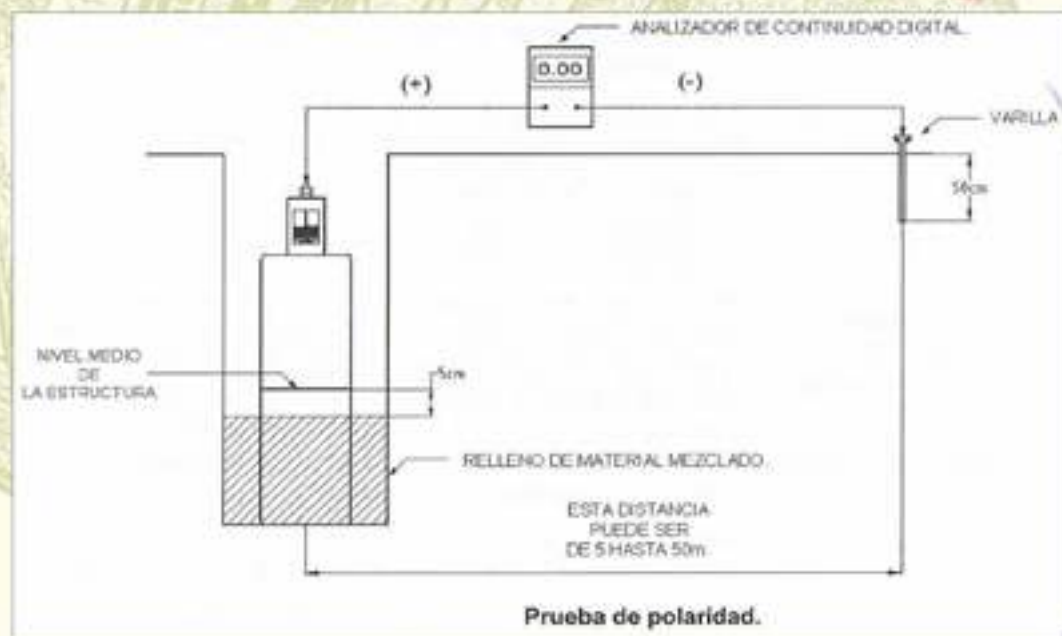


Figura 8. Prueba de polaridad

# Pruebas eléctricas



## b. Medición de impedancia a tierra.

Esta prueba se realiza en base a los lineamientos establecidos en la NOM para instalaciones eléctricas del año de 1999, en su capítulo 250.

El método seguido en esta medición se le denomina caída de tensión. Se utiliza un terrometro de tres puntas (testigos) los cuales deben estar enterrados. Una de las puntas deberá conectarse al borne central superior de nuestro acoplador, una vez que la conexión al neutro se ha retirado para la prueba (*se desconectan neutros pero se dejan masas*). Las otras dos puntas se entierran en forma alineada dentro del terreno, según mostramos en la figura 9.

El terrometro aplica un voltaje idéntico a los tres testigos, arrojando una lectura de ohms-metro de terreno.

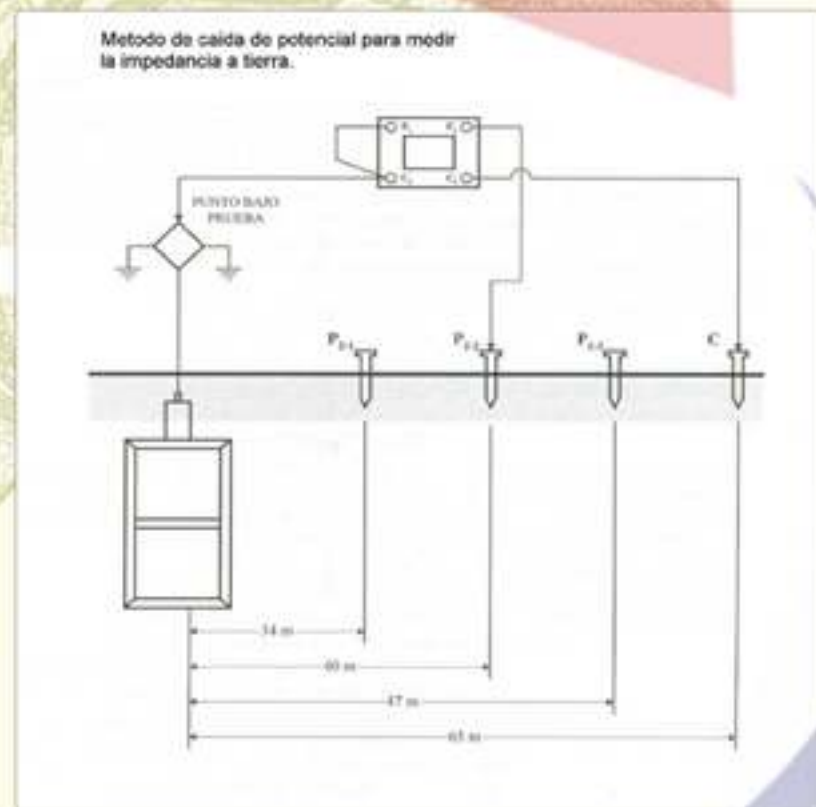


Figura 9. Medición de impedancia a tierra

# Pruebas eléctricas

**c. Prueba de continuidad.** Con un probador de continuidad digital, de los que señalan la continuidad con sonido, al probar como se muestra en la figura 10. Debe cerrar el circuito con el sonido del probador. Esta prueba se debe realizar después de la instalación de cada electrodo.



Figura 10. Prueba de continuidad