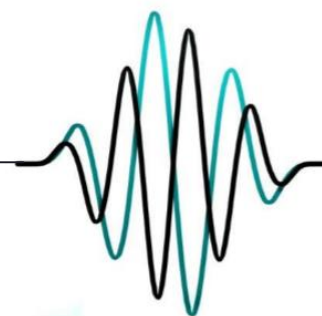




INSPT  
UTN

# LABORATORIO DE MEDICIONES

---



LIC. PROF. RICARDO G. DEFRANCE

Miembro Comité Normas de Concepto – AEA  
Miembro Subcomité Medición de la Resistencia de PAT - IRAM

# **MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA**

## **PARTE II**

**MÉTODOS DE MEDICIÓN SEGÚN EL ESQUEMA A 13**  
NORMA IRAM 2281-2 AEA 95501-2 PUESTA A TIERRA EN SISTEMAS  
ELÉCTRICOS

Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra.



INSPT  
UTN

## CONDICIONES GENERALES

Todas las mediciones y los cálculos se deben efectuar y/o controlar bajo la responsabilidad de profesionales con incumbencias o competencias específicas determinadas por la autoridad de aplicación correspondiente.



INSPT  
UTN

## Valor calculado teórico de la resistencia de puesta a tierra o dispersión

Puede variar considerablemente del valor que se mide debido a los factores siguientes:

A- Condiciones del suelo en el momento en que se efectúa la medición.

B- Valor de la resistividad adoptado para el cálculo.

C-Superficie, configuración y estado físico y químico de los electrodos enterrados.

D- Efecto de conductores enterrados en adyacencias.



INSPT  
UTN

Es aconsejable efectuar las mediciones de las resistividades y de las resistencias en **condiciones climáticas similares**, con el fin de disminuir la causa de error al establecer la relación entre la resistividad del suelo y la resistencia de dispersión a tierra.



INSPT  
UTN

# SEGURIDAD ELÉCTRICA

## **Precauciones de seguridad durante las mediciones**

Se recomienda el empleo de guantes, calzado y otros elementos aislantes normalizados. Su uso debe estar reglamentado por la autoridad competente en seguridad eléctrica.



INSPT  
UTN

## MEDICIONES

DE INSTALACIONES DE PUESTA A  
TIERRA EXTENSAS (1)

DE TOMAS DE TIERRA POCO  
EXTENSAS Y ELECTRICAMENTE  
INDEPENDIENTES

DE PUESTAS A TIERRAS DE  
DESCARGADORES DE  
SOBRETENSIONES



INSPT  
UTN

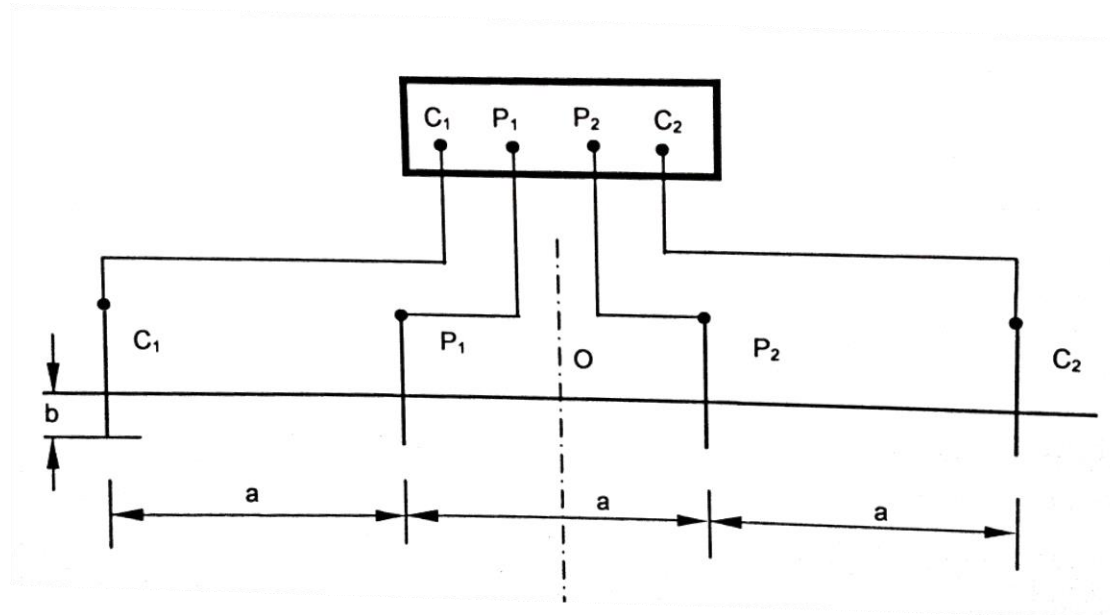
Con respecto al apartado (1), uno de los objetos de las mediciones de puesta a tierra es establecer la posición de la tierra de referencia para ambos electrodos, de corriente y de potencial. Los cables de estos electrodos deben ser considerados por el personal como si estuvieran con tensión contra tierra, como así también cualquier otro punto de la instalación de puesta a tierra.



## MÉTODOS DE ENSAYO

### 1) Medición de la resistividad del terreno

#### 1.1 Método de Wenner o de los 4 puntos





INSPT  
UTN

El principio de medición se basa en hacer circular, mediante un generador con corriente alterna de medición  $I$ , que pasa a través de los electrodos exteriores C1 y C2. Se mide la tensión  $U$  entre dos electrodos interiores P1 y P2 con un potenciómetro o con un voltímetro de alta impedancia, o bien con un telurímetro de 4 bornes.

La relación  $\frac{U}{I}$  da la resistencia  $R$ , en ohm, que reemplazada en la ecuación siguiente:

$$\rho = 2\pi \cdot a \cdot R \text{ (ohm.metro)}$$

Da aproximadamente la resistividad del suelo a una profundidad igual a “a” (m)



INSPT  
UTN

## 1.2 Método de Schlumberger

Se basa en el mismo principio de medición que el método de Wenner. La diferencia sólo se encuentra en la disposición de los electrodos.



INSPT  
UTN

## 2) Medición de la resistencia de dispersión a tierra o de puesta a tierra

Siempre se determina con corriente alterna o bien con corriente continua periódicamente invertida, para evitar posibles efectos de polarización electroquímica.

La frecuencia de esta corriente no debe coincidir con la frecuencia industrial, ni con ninguna de sus armónicas.

La resistencia de la toma de tierra auxiliar se considera despreciable con respecto al valor de la resistencia a tierra desconocida.



INSPT  
UTN

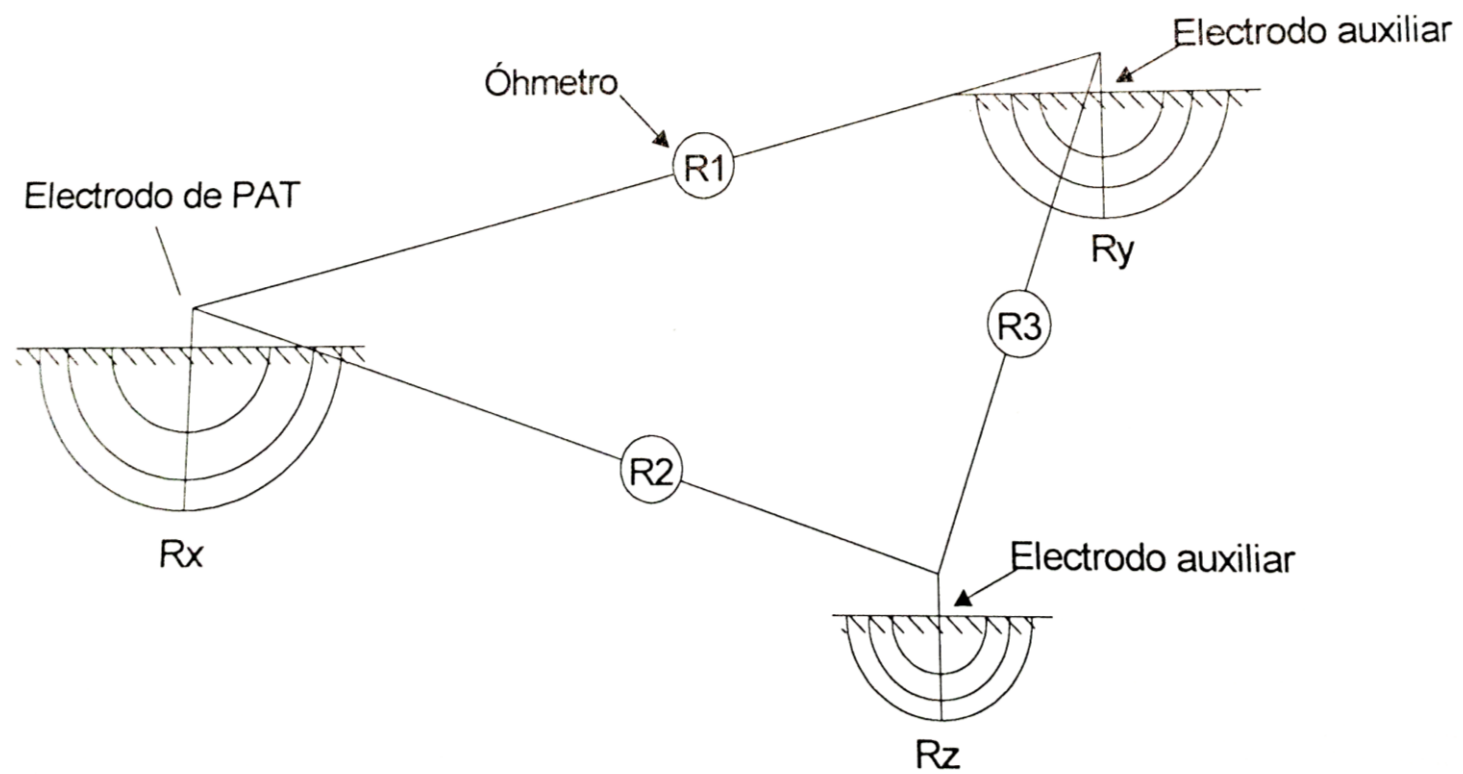
## 2.1 Método de los tres puntos o de las tres resistencias

Requiere el uso de dos tomas de tierra auxiliares con sus resistencias de dispersión a tierra designadas como R1 y R2. La resistencia a medir se designa con Rx.

Para esta medición se sugiere utilizar un telurímetro de 4 bornes en lugar de un óhmetro, debido a que la corriente inyectada por el telurímetro (20 mA), proporciona una exactitud mayor en el resultado final (el óhmetro inyecta una  $I = 2 \text{ mA}$ ).



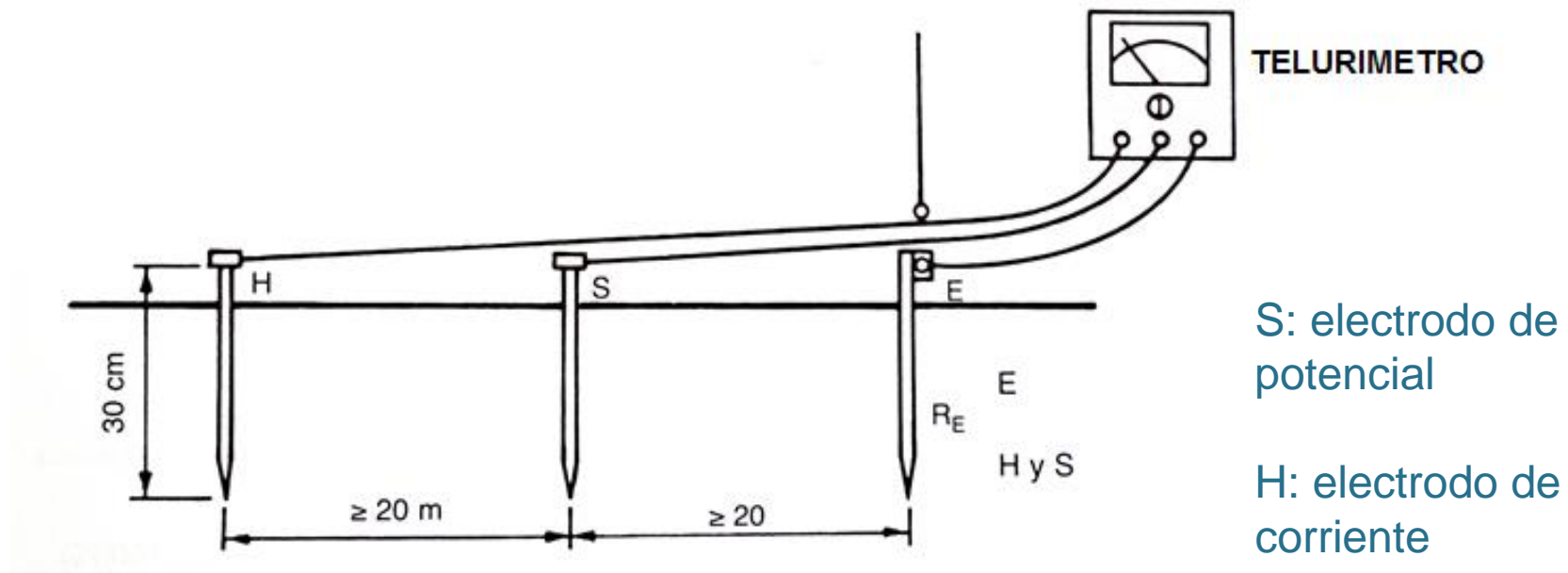
INSPT  
UTN





INSPT  
UTN

## 2.2. Método de la caída de tensión



El instrumento mide la caída de tensión. El cociente entre la tensión medida y la corriente inyectada, dará el valor de la resistencia de puesta a tierra.



INSPT  
UTN

Verificar la ausencia de tensión en el suelo.

La medición se puede considerar correcta si se desplaza el electrodo auxiliar S dos metros a la derecha y dos metros a la izquierda, y no se aprecia variación.

AEA 90364-7-771 ed. 2006

$R = 40 \, \Omega$  MÁX.





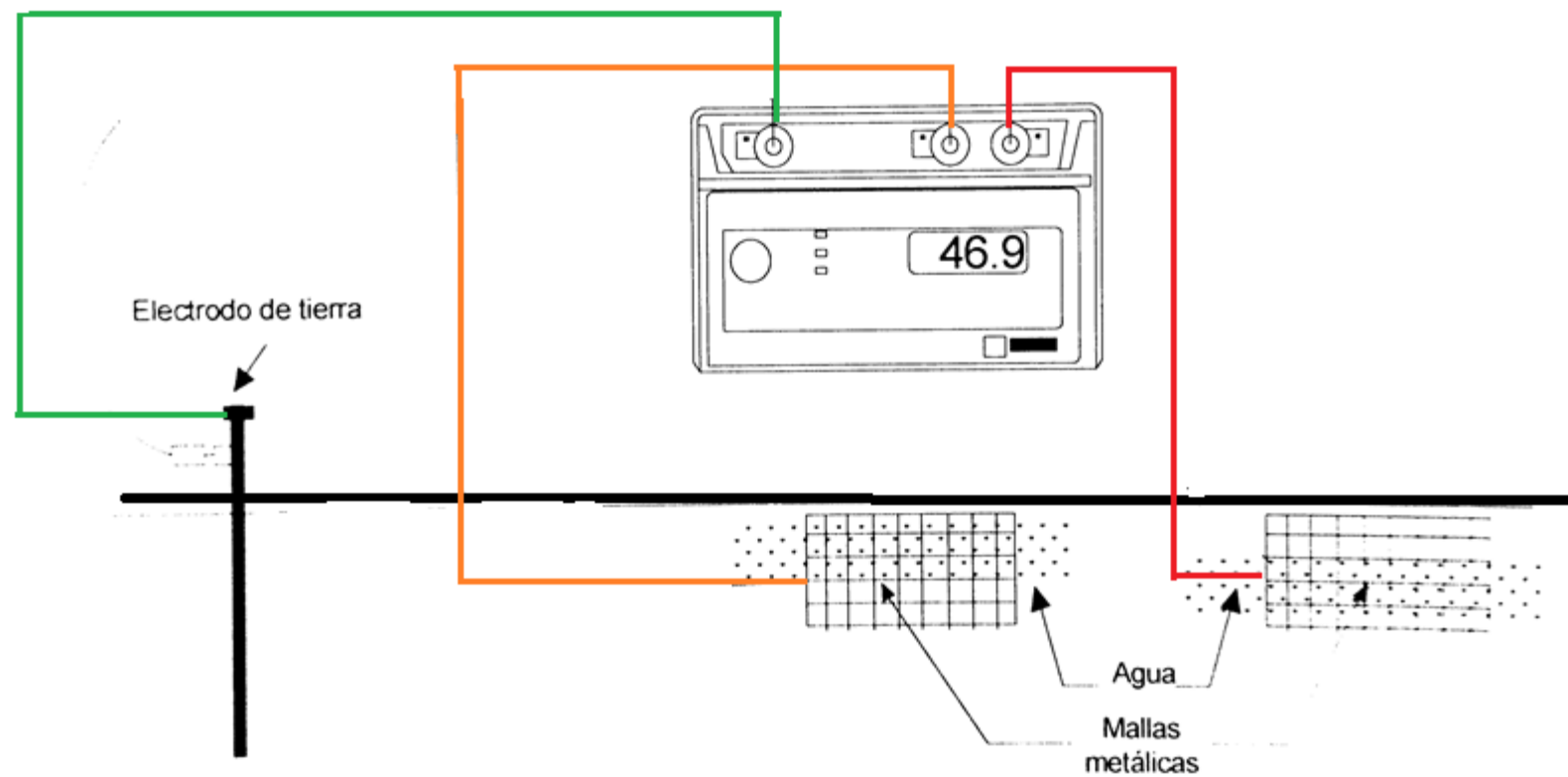
INSPT  
UTN

Los telurímetros miden resistencias puras, por tanto debe considerarse el efecto de impedancia, en función de la componente reactiva, dada por una red de puesta a tierra extensa, cuando la resistencia es menor a  $0,5 \Omega$ .

A **50 metros** la influencia del electrodo dispersor se considera despreciable.



INSPT  
UTN



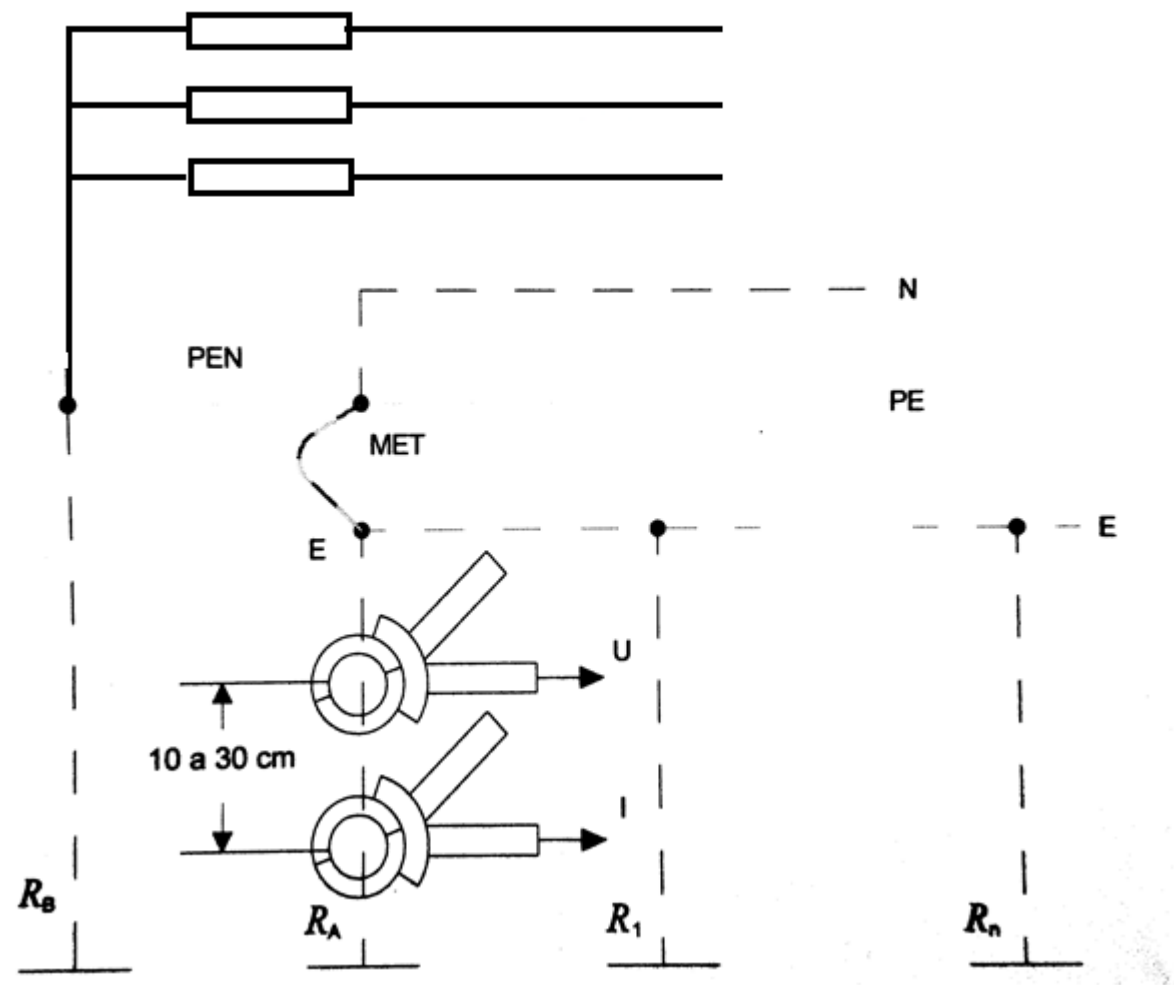
UTILIZACIÓN DE CHAPAS COMO  
ELECTRODOS AUXILIARES



INSPT  
UTN

### 2.3. Método de inyección y detección de corriente por acoplamiento inductivo

Es un **método alternativo** para medir la resistencia de puesta a tierra sin necesidad de electrodos auxiliares. También es posible combinar el sistema de pinzas toroidales con electrodos auxiliares. El sistema de puesta a tierra a medir debe conectarse o debe estar conectado, a otro sistema de puesta a tierra de resistencia mucho menor que la del sistema a medir. Mediante una pinza se aplica la tensión al electrodo o sistema de puesta a tierra Rx y a su lazo de retorno. La segunda pinza mide la corriente resultante que circula por la Rx del electrodo a medir.





## Resistencia de puesta a tierra en ECT TT

Con los  $40 \Omega$  máximos permitidos con ID de  $I_{\Delta N} \leq 300 \text{ mA}$  que tensiones de contacto se presentarían?

Con  $I_{\Delta N} = 300 \text{ mA}$   $U_t = 0,3 \text{ A} \times 40 \Omega = 12 \text{ V}$

Con  $I_{\Delta N} = 100 \text{ mA}$   $U_t = 0,1 \text{ A} \times 40 \Omega = 4 \text{ V}$

Con  $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$   $U_t = 0,03 \text{ A} \times 40 \Omega = 1,2 \text{ V}$

Como se ve, muy lejos de los  $24 \text{ V}$  máximos permitidos para la  $U_L$



## Bibliografía

Esquema A 13 – NORMA IRAM 2281-2 AEA 95501-2 PUESTA A TIERRA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS – Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra.

LABORATORIO DE MEDICIONES ©2020  
UTN-INSPT  
LIC. PROF. RICARDO DEFRANCE  
[ricardo.defrance@inspt.utn.edu.ar](mailto:ricardo.defrance@inspt.utn.edu.ar)