



**MEDICIÓN Y ESTUDIO DE  
RESISTIVIDAD DEL  
TERRENO**

I.E. POLITECNICO

MARCELO MIRANDA

Ipiales - Nariño

Bogotá D.C., 13 de Septiembre de 2016.

*Carrera 157C No 91-86 Oficina 3-109 Bogotá D.C., Tel.(51) 8040466, Cel. 317 – 568 4044*

*Email: [ingelectricacolombia@hotmail.com](mailto:ingelectricacolombia@hotmail.com)*

*[gustavo.arboleda@hotmail.com](mailto:gustavo.arboleda@hotmail.com)*



## **TABLA DE CONTENIDO**

- 1. MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD DE TERRENO
  - 1.1 OBJETO
  - 1.2 METODOLOGÍA
  - 1.3 CONSIDERACIONES DE ORDEN PRÁCTICO
  - 1.4 MEDICIÓN Y DATOS OBTENIDOS
    - 1.4.1 Registro Fotográfico
    - 1.4.2 Tabla de datos y resultados Sur-Norte.
    - 1.4.3 Tabla de datos y resultados Oriente-Occidente.
    - 1.4.4 Tabla de datos y resultados Resistividad promedio
- 2. CONCLUSIONES

*Carrera 157C No 91-86 Oficina 3-109 Bogotá D.C., Tel.(51) 8040466, Cel. 317 – 568 4044*

*Email: [ingelectricacolombia@hotmail.com](mailto:ingelectricacolombia@hotmail.com)*

*[gustavo.arboleda@hotmail.com](mailto:gustavo.arboleda@hotmail.com)*

## 1. MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD DE TERRENO

### 1.1 OBJETO

El presente informe tiene por objeto presentar la medición de la resistividad del terreno para el diseño de una malla de Puesta a Tierra en el proyecto I.E. Marcelo Miranda, ubicado en el municipio de Ipiales - Nariño.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO



Carrera 157C No 91-86 Oficina 3-109 Bogotá D.C., Tel.(51) 8040466, Cel. 317 – 568 4044

Email: [ingelectricacolombia@hotmail.com](mailto:ingelectricacolombia@hotmail.com)

[gustavo.arboleda@hotmail.com](mailto:gustavo.arboleda@hotmail.com)

## 1.2 METODOLOGIA

Las diferentes técnicas de medida son descritas en detalle en la IEEE Std 81-1983 "IEEE Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potential of a ground system".

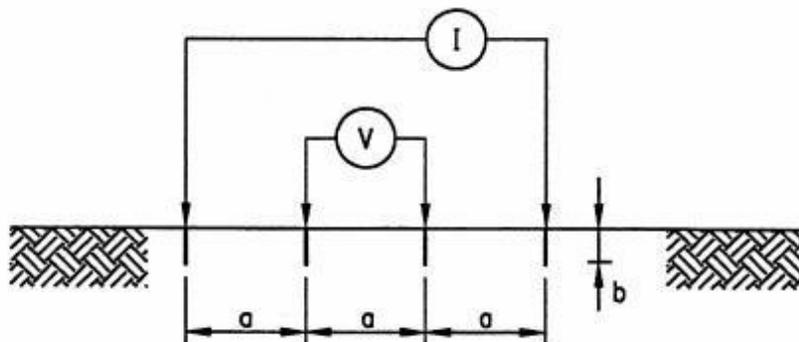
Para efectos de esta norma, se asume como adecuado el método de Wenner o método de los cuatro puntos.

El método de los cuatro puntos de Wenner es el método más preciso y popular.

Requiere la inserción de cuatro puntas en la zona de prueba. Las puntas de prueba están instaladas en una línea recta y equidistante, establecen un contacto eléctrico con la tierra.

Una corriente "I" se inyecta entre los dos electrodos externos y el potencial "V" entre los dos electrodos internos es medido por el instrumento. El instrumento mide la resistencia  $R (=V/I)$  del volumen de suelo cilíndrico de radio "a" encerrado entre los electrodos internos. Esta caída de voltaje resultando del flujo de corriente es entonces medido entre las dos puntas de prueba internas.

Varias lecturas en los diversos espaciamientos de la punta de prueba y en diversas áreas del sitio son requeridas. Cuantos más datos estén disponibles para la agencia del diseño, serán capaces de diseñar y de predecir el funcionamiento del sistema de aterramiento con más exactitud.



**Figura 1.** Método de Medición

### **Esquema De Medición De Resistividad Aparente**

La Ecuación para el cálculo de la resistividad aparente del suelo está definida como:

$$\rho = \frac{4\pi a R}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}} \quad (\Omega m)$$

Donde:

- a: Distancia entre electrodos adyacentes (m).
- b: Profundidad de enterramiento de los electrodos (m).
- R: Resistencia eléctrica, calculada como  $V/I$  ( $\Omega$ ).

Cuando el valor de "b" es muy pequeño se desprecia y la ecuación equivalente será:

$$\rho = 2.\pi.a.R \quad (\Omega m)$$

### **1.3 CONSIDERACIONES DE ORDEN PRÁCTICO**

Para las mediciones de resistividad del suelo aplicando el método de Wenner, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Realizar una inspección visual del área para identificar obstáculos inmediatos o previsibles, tanto para la medición como para la construcción o el mantenimiento de la puesta a tierra.
- Los electrodos a utilizar con el método de Wenner deben estar bien alineados e igualmente espaciados.
- Los electrodos deben ser enterrados (en lo posible) a una misma profundidad. La profundidad no debe exceder el 5% de la separación mínima de los electrodos (5 a 10 cm). Es aconsejable una mayor profundidad para terrenos arenosos, de tal forma que se asegure un contacto íntimo entre el electrodo y el terreno (si esto impide cumplir el límite de 5%, para el cálculo se debe aplicar la ecuación no simplificada).

- Los electrodos y placas deben estar bien limpios y exentos de óxido para posibilitar un buen contacto con el suelo.
- Durante la medida, deben registrarse datos que ayuden a una caracterización estacional, como fecha de la medición, fecha de la última lluvia acontecida, periodo seco o lluvioso.

#### 1.4 MEDICIÓN Y DATOS OBTENIDOS

Para efectos del presente proyecto se aplicará el método de Wenner, mediante la utilización de un TELUROMETRO marca EBCHQ, modelo 96242 con certificado de calibración No 1509759 (se anexa fotocopia de certificado y protocolo de pruebas).

#### CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN.

**Estado superficial del terreno:** Terreno blando.

**Marca y referencia del equipo:** EBCHQ 96242.

**Resolución Resistencia tierra:** 0-2  $\Omega$ : 0.01 $\Omega$ , 0-20  $\Omega$ :

0.1 $\Omega$ , 0-200  $\Omega$ : 1 $\Omega$ , 0-2 K $\Omega$ : 0.01 $\Omega$ .

**Precisión:** Earth resistance  $\pm 2\%$  rdg+ $\_3$ dgt.

Earth voltage  $\pm 2\%$  rdg+ $\_3$ dgt.

#### 1.4.1 Registro fotográfico

Para la medición de la resistividad de terreno se aplicó el método de Wenner, con 4 electrodos a una misma distancia en línea recta a lo largo y ancho del terreno como se muestra en las siguientes imágenes:

#### Fotos del lugar:





*Carrera 157C No 91-86 Oficina 3-109 Bogotá D.C., Tel.(51) 8040466, Cel. 317 – 568 4044*

*Email: [ingelectricacolombia@hotmail.com](mailto:ingelectricacolombia@hotmail.com)*

*[gustavo.arboleda@hotmail.com](mailto:gustavo.arboleda@hotmail.com)*

## Mediciones Sentido Oriente-Occidente

Medición a 1 m.



Medición a 3 m.



Carrera 157C No 91-86 Oficina 3-109 Bogotá D.C., Tel.(51) 8040466, Cel. 317 – 568 4044

Email: [ingeletricacolombia@hotmail.com](mailto:ingeletricacolombia@hotmail.com)

[gustavo.arboleda@hotmail.com](mailto:gustavo.arboleda@hotmail.com)

Medición a 5 m.



#### 1.4.2 Tabla de datos y resultados sentido Oriente-Occidente

Para el cálculo de la resistividad se han tomado los datos correspondientes a las 4 mediciones realizadas sentido Oriente - Occidente obteniendo los siguientes resultados:

Espaciamiento " a" (m)	Lectura Perfil 1 (Oriente-Occidente) R1 (Ω)	Resistividad calculada ρ (Ωm)
1	39.0	245.0
3	7.40	139.49
5	2.15	67.54

## Mediciones Sentido Sur-Norte

Medición a 1 m.



Medición a 3 m.



Carrera 157C No 91-86 Oficina 3-109 Bogotá D.C., Tel.(51) 8040466, Cel. 317 – 568 4044

Email: [ingelectricacolombia@hotmail.com](mailto:ingelectricacolombia@hotmail.com)

[gustavo.arboleda@hotmail.com](mailto:gustavo.arboleda@hotmail.com)

Medición a 5 m.



#### 1.4.2 Tabla de datos y resultados sentido Sur-Norte

Para el cálculo de la resistividad se han tomado los datos correspondientes a las 4 mediciones realizadas sentido Sur - Norte obteniendo los siguientes resultados:

Espaciamiento " a " (m)	Lectura Perfil 2 (Sur-Norte) R2 (Ω)	Resistividad calculada ρ (Ωm)
1	48.0	301.59
3	16.6	312.90
5	6.8	213.63

### 1.4.3 Tabla de datos y resultados Resistividad Promedio

DISTANCIA (m)	SENTIDO SUR-NORTE	SENTIDO ORIENTE- OCCIDENTE	PROMEDIO R ( $\Omega$ m)
	R ( $\Omega$ m)	R ( $\Omega$ m)	
1	301.5	245.0	273.2
2	312.90	139.49	226.1
3	213.63	67.54	140.5
4			
		<b>PROMEDI</b>	<b>213.3</b>

## 2. CONCLUSIONES

- Analizando la línea de tendencia en el perfil de resistividad promedio, los resultados muestran que los valores de resistividad del terreno para el Proyecto I.E. Marcelo Miranda muestran un perfil creciente que van desde 67.54  $\Omega\text{m}$  hasta 312.90  $\Omega\text{m}$ .
- El valor de la resistividad promedio es 213.3  $\Omega\text{m}$ .
- Estos resultados se pueden utilizar como componente informativo y de referencia en el proceso de diseño de la malla de puesta a tierra y su geometría.
- Los valores medidos pueden variar según las condiciones climáticas presentes en la zona.
- Se recomienda después de efectuar la construcción la malla de puesta a tierra según diseño a utilizar, realizar mediciones de resistencia de puesta a tierra para efectuar una comprobación directa de este valor del sistema construido frente al diseñado.

Elaborado por:



C.C. 16.368.158 Tuluá

**GUSTAVO ARBOLEDA C.**  
Ingeniero Electricista  
MP VL 205 33253

	<b>MEDIDA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO</b>																																																									
	Proyecto: _____	ING-001																																																								
<b>FORMATO PARA REGISTRO DE MEDICIONES DE RESISTIVIDAD</b>																																																										
<b>DATOS DEL SITIO</b>																																																										
Fecha: _____																																																										
Dirección: _____ Municipio: _____ Departamento: _____																																																										
<b>DATOS COMPLEMENTARIOS</b>																																																										
Responsable de la medida: _____																																																										
Equipo de medida utilizado: _____																																																										
Condiciones del terreno:      Seco: _____      Húmedo: _____																																																										
Observaciones del sitio: _____																																																										
<b>REGISTROS DE LAS MEDIDAS:</b>																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Espaciamiento "a" (m)</th> <th colspan="2">Perfil 1</th> <th colspan="2">Perfil 2</th> <th colspan="2"></th> <th>Resistividad promedio</th> </tr> <tr> <th>R<sub>1</sub> (Ω)</th> <th>ρ<sub>1</sub> (Ω*m)</th> <th>R<sub>2</sub> (Ω)</th> <th>P<sub>2</sub> (Ω*m)</th> <th></th> <th></th> <th>ρ = (ρ<sub>1</sub>+ρ<sub>2</sub>)/2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Espaciamiento "a" (m)	Perfil 1		Perfil 2				Resistividad promedio	R <sub>1</sub> (Ω)	ρ <sub>1</sub> (Ω*m)	R <sub>2</sub> (Ω)	P <sub>2</sub> (Ω*m)			ρ = (ρ <sub>1</sub> +ρ <sub>2</sub> )/2	1								3								5																							
Espaciamiento "a" (m)	Perfil 1		Perfil 2				Resistividad promedio																																																			
	R <sub>1</sub> (Ω)	ρ <sub>1</sub> (Ω*m)	R <sub>2</sub> (Ω)	P <sub>2</sub> (Ω*m)			ρ = (ρ <sub>1</sub> +ρ <sub>2</sub> )/2																																																			
1																																																										
3																																																										
5																																																										
		<b>ELABORÓ:</b>	<b>FIRMA:</b>																																																							
		<b>REVISÓ:</b>	<b>FIRMA:</b>																																																							