

**Sistema de Puesta a Tierra del Colegio Nuestra Señora del Rosario Cachira, Norte  
de Santander**

Anderson Enrique Corzo Ariza – 2182188

Andrés Mantilla Pereira – 2182183

Jorge Luis ortega guerrero – 2182198

Universidad industrial de Santander

Bucaramanga

2025

## Tabla de contenido

Introducción .....	3
Datos de campo .....	4
Dimensionamiento del conductor del electrodo de puesta a tierra .....	4
Diseño del sistema de puesta a tierra .....	5
Resistencia del sistema de puesta a tierra .....	6
Conclusiones y recomendaciones .....	8

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Resistividad por tipo de suelo .....	4
----------------	--------------------------------------	---

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Selección del calibre del conductor de puesta a tierra.....	5
<b>Figura 2</b>	Arreglo del sistema de puesta a tierra .....	6
<b>Figura 3</b>	Factor F por tipo de varilla .....	7

## Introducción

Con el propósito de garantizar la seguridad eléctrica y la protección de las instalaciones en un entorno educativo, se desarrolló el diseño del sistema de puesta a tierra para el Colegio Nuestra Señora del Rosario, ubicado en el municipio de Cáchira, Norte de Santander. Este diseño se llevó a cabo aplicando los lineamientos del RETIE 2024, la NTC 2050 y la IEEE Std 142, complementando algunos parámetros de la IEEE Std 80 con el fin de asegurar la confiabilidad del sistema y su conformidad con la normativa vigente.

## Datos de campo

El primer paso es evaluar la resistividad del suelo. Para evaluar la resistividad del terreno en el sitio de instalación, se considera como método estándar el procedimiento de Wenner, ampliamente recomendado por la norma IEEE Std 81. Sin embargo, dado que no se cuenta con un telurómetro u otros instrumentos necesarios para realizar una medición directa en campo, se recurrió al uso de tablas de referencia que estiman la resistividad en función del tipo de suelo.

Por otra parte, el subsuelo natural del área corresponde a un terreno húmedo con una resistividad aproximada de  $100 \Omega \cdot m$ .

**Tabla 1**

*Resistividad por tipo de suelo*

Tipo de suelo	Resistividad promedio ( $\Omega \cdot m$ )
Suelo orgánico húmedo	10
Suelo húmedo	$10^2$
Suelo seco	$10^3$
Roca madre	$10^4$

**Nota:** Tomado y traducido de IEEE Std 80 (2013)

## Dimensionamiento del conductor del electrodo de puesta a tierra

Para dimensionar el conductor del electrodo de puesta a tierra el RETIE nos da dos opciones para baja tensión, según la tabla 250.66 de la NTC 2050 o según la norma IEC 60364-5-54, para este caso se utiliza la tabla de la NTC 2050 ya que la corriente de falla a tierra no fue proporcionada por el operador de red.

**Figura 1***Selección del calibre del conductor de puesta a tierra*

Calibre del mayor conductor no puesto a tierra de entrada de la acometida o área equivalente para conductores en paralelo <sup>a</sup>				Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio o aluminio revestido de cobre		Cobre		Aluminio o aluminio revestido de cobre <sup>b</sup>	
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
33,62 o menor	2 o menor	53,2 o menor	1/0 o menor	8,36	8	13,29	6
42,2 o 53,5	1 o 1/0	67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	13,29	6	21,14	4
61,44 o 85,02	2/0 o 3/0	107,21 o 126,67	4/0 o 250	21,14	4	33,62	2
107,21 hasta 177,34	Más de 3/0 hasta 350	152,01 a 253,35	Más de 250 hasta 500	33,62	2	53,5	1/0
202,68 a 304,02	Más de 350 hasta 600	278,68 a 456,03	Más de 500 hasta 900	53,5	1/0	85,02	3/0
329,35 a 557,37	Más de 600 hasta 1 100	506,70 a 886,73	Más de 900 hasta 1 750	67,44	2/0	107,21	4/0
608,04 y más	Más de 1 100	912,06 y más	Más de 1 750	85,02	3/0	126,67	250

NOTA 1 Si conjuntos múltiples de conductores para la entrada de la acometida se conectan directamente a una bajada de la acometida, a un conjunto de conductores de acometida aérea, a un conjunto de conductores de acometida subterránea o acometida lateral, el calibre equivalente del conductor de mayor tamaño de entrada de la acometida se debe determinar por la mayor suma de las áreas de los conductores correspondientes de cada conjunto.

NOTA 2 Cuando no hay conductores de entrada de la acometida, el calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe determinar por el calibre equivalente del mayor conductor de entrada de la acometida exigido para la carga que se va a alimentar.

<sup>a</sup> Esta Tabla también se aplica a los conductores derivados de sistemas de C.A. derivados independiente.

<sup>b</sup> Véanse las restricciones de la instalación, en la Sección 250.64(A).

**Nota:** Tomado de la NTC 2050

El conductor se escoge según el calibre que se escogió para la acometida que es un # 2 AWG, por lo tanto, el calibre del electrodo de puesta a tierra corresponde a un # 6 AWG de cobre desnudo.

### Diseño del sistema de puesta a tierra

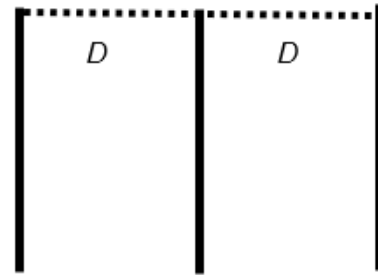
Para el diseño de puesta a tierra se toman las recomendaciones de la NTC 2050 y el RETIE. Según el RETIE y sugerencias vistas en otros proyectos el calibre utilizado para el sistema de puesta a tierra es # 1/0 AWG de cobre desnudo.

Para el calculo de las varillas se utiliza una longitud de 2,44 [m] y un diámetro de varilla de 5/8 '' o 0,015875 [m] de cobre como lo indica la NTC 2050 sección 250.52(A)(5). El diseño del sistema puesta a tierra se conoce como un arreglo de 3 electrodos en línea donde la separación  $D$  son 5 [m], el arreglo se muestra en la siguiente figura. La profundidad a la que estarán enterrados los electrodos del sistema de puesta a tierra es de 0,5 [m].

**Figura 2**

*Arreglo del sistema de puesta a tierra*

### 3 Electrodos en línea



### Resistencia del sistema de puesta a tierra

Para el cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra se utiliza la ecuación de Dwight que calcula la resistencia de un electrodo teniendo en cuenta la resistividad del terreno  $\rho$  [ $\Omega * m$ ], el diámetro del electrodo  $d$  [m] y la longitud  $L$  [m] como se muestra en la siguiente ecuación.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left\{ \left( \ln \frac{8L}{d} \right) - 1 \right\}$$

$$R = \frac{100}{2\pi * 2,44} \left\{ \left( \ln \frac{8 * 2,44}{0,015875} \right) - 1 \right\}$$

$$R = 39,88 [\Omega]$$

De acuerdo con la norma IEEE Std 142, sección 4.1.5, cuando la separación entre varillas es superior a la longitud de la varilla, la resistencia del sistema puede estimarse multiplicando la resistencia de una varilla por el factor F y dividiéndola entre el número total de varillas (N). La expresión matemática se presenta a continuación:

$$R_{3-varillas} = \frac{R * F}{N}$$

El factor F varía en función del número de varillas empleadas, tal como se presenta en la siguiente tabla.

**Figura 3**

*Factor F por tipo de varilla*

Number of rods	F
2	1.16
3	1.29
4	1.36
8	1.68
12	1.80
16	1.92
20	2.00
24	2.16

**Nota:** Tomado de IEEE Std 142

Considerando el valor del factor F correspondiente a tres varillas, la resistencia del arreglo se determina de la siguiente manera:

$$R_{3-varillas} = \frac{39,88 * 1,29}{3}$$

$$R_{3-varillas} = 17,1484 [\Omega]$$

De acuerdo con lo establecido en el RETIE 2024, tabla 3.12.3.a, la resistencia máxima permitida para la puesta a tierra en el punto neutro de acometida de baja tensión es de 25  $\Omega$ . En consecuencia, el presente diseño de puesta a tierra se encuentra dentro del valor normativo y cumple con lo requerido.

### **Conclusiones y recomendaciones**

Si bien el diseño del sistema de puesta a tierra cumple con lo establecido en el RETIE, resulta necesario evaluar la resistividad del suelo conforme a la metodología descrita en la IEEE Std 81. Asimismo, se debe solicitar al operador de red el nivel de cortocircuito y la relación X/R, parámetros indispensables para el cálculo de las tensiones de paso y de contacto según la IEEE Std 80. Finalmente, en caso de implementarse el sistema, será obligatorio realizar la medición en campo de la resistencia de puesta a tierra, verificando que se encuentre dentro de los límites exigidos por el RETIE.