



LAR400 Puesta a tierra

NORMA TÉCNICA

Revisión #:	Entrada en vigencia:
5	22 Junio 2026



Esta información ha sido extractada de la plataforma Likinormas de Enel Colombia en donde se encuentran las normas y especificaciones técnicas. Consulte siempre la versión actualizada en <https://likinormas.enelcol.com.co>





El **sistema** de puesta a **tierra** tiene por finalidad proteger la vida de las personas, evitar daños en los equipos por sobretensiones y mejorar la efectividad de las protecciones eléctricas, al proporcionar una adecuada conducción de la corriente de **falla a tierra** .

De acuerdo a lo anterior, en una **instalación** de una **puesta a tierra** es importante el valor de la resistencia que se tenga con respecto a **tierra** ; independiente del número de electrodos y elementos que haya necesidad de utilizar para lograr éste propósito. Por ello, siempre que se instala un **sistema** de **puesta a tierra** , se debe medir el valor de la resistencia a **tierra** y confrontarlo con los límites establecidos, para garantizar una buena **puesta a tierra** del **sistema eléctrico**.

En las redes de distribución, el **sistema** de **tierra** se compone de las puestas a **tierra** instaladas en los **pararrayos** , transformadores, condensadores, reguladores, equipos de **maniobra** , neutros y elementos metálicos, cuyos electrodos de **puesta a tierra** están generalmente constituidos por varillas enterradas.

Con la interconexión de las puestas a **tierra** (a través del **neutro**) se logra disminuir el valor de la resistencia entre **neutro** y **tierra** , que asegura la operación correcta de las protecciones y limita la **tensión a tierra** que puede aparecer entre las fases no falladas cuando ocurre una **falla a tierra** .

El **sistema** de distribución en M.T., es sólidamente puesto a **tierra** en las subestaciones y en B.T. es efectivamente puesto a **tierra** a lo largo de su recorrido.

Se utiliza como electrodo para **puesta a tierra** una varilla de cobre, cobrizada o de aluminio de acuerdo con **RETIE** de 5/8" x 2,44 m, con su respectivo conector y como medio de conexión hasta **tierra** se utiliza **alambre** de cobre, cobrizado (copperweld) No.4 AWG o aluminio de acuerdo con **RETIE**.

La ventaja de utilizar las varillas como electrodos de **tierra** es su facilidad de **instalación** , no necesitan excavación y son económicas con respecto a otras soluciones.

Instalación de puestas a tierra

Para la **instalación** de las puestas a **tierra** de los circuitos de distribución en M.T., B.T. y equipos conectados del **sistema** , se deben tener en cuenta los siguientes casos:

1. En los DPS-Dispositivos de Protección contra **Sobretensión** Transitorias (antes llamados **pararrayos**), los puntos de **tierra** de cada uno de ellos se deben conectar entre sí mediante **alambre** de cobre, cobrizado (copperweld) No.4 AWG o aluminio acorde al **RETIE**, y se lleva a **tierra** evitando dobleces agudos en el **alambre**, hasta la varilla previamente enterrada utilizando para la unión a la varilla un conector apropiado.
2. En los transformadores de distribución se deben conectar entre sí el **neutro** y la carcasa, mediante **alambre** de cobre o cobrizado (copperweld) No 4 AWG y desde allí hasta la varilla de **puesta a tierra** . Se



realiza una sola bajante para **puesta a tierra** de los **pararrayos** y del transformador.

3. El **neutro** de la red de B.T. se debe poner a **tierra** cada cinco postes, igualmente los puntos finales de los neutros del circuito.

4. Los circuitos de M.T. que lleven **neutro** o **cable** de guarda deben ser aterrizados en todos los postes.

5. En las transiciones de los cables subterráneos de M.T. , los alambres de la pantalla metálica del blindaje del conductor en los terminales deben conectarse a **tierra** a través de la **puesta a tierra** de los **pararrayos** . La pantalla del terminal del **cable** de M.T solo debe aterrizar en uno de los extremos del **cable** , con el fin de evitar circulación de corriente a través de la pantalla.

6. Para disminuir el vandalismo se usan postes de concreto con la **puesta a tierra** inmersa en el concreto. Se deben empalmar los cables en las cajas de paso (referencia 5800) dispuesta con los conectores adecuados, a fin de prolongar el conductor al **neutro** y a la varilla de **puesta a tierra**. Ver norma **LA408**.

7. Como alternativa para el conductor del **electrodo de puesta a tierra** se usa el fleje de acero conectado al **neutro** o punto de **tierra** de equipos y en el otro extremo a la varilla de **tierra**.

Medida de resistencia de **puesta a tierra**

La medida de la **resistencia de puesta a tierra** se efectúa con un medidor de tierras (conocido como teluometro), utilizando preferiblemente el **método** de los tres puntos o "Caída de **Tensión**", que se describe a continuación con la ayuda de la figura 1 y el formato de **consignación** de resultados presentado al final.

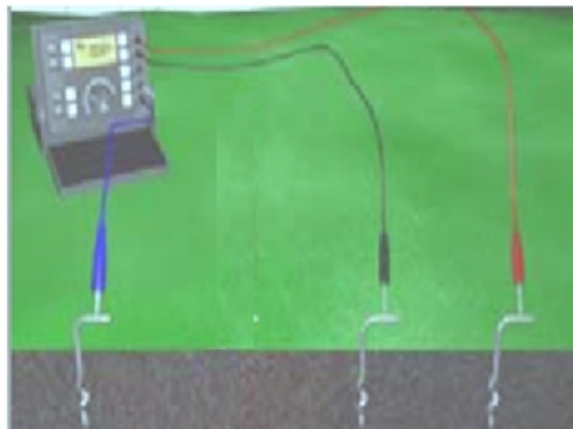
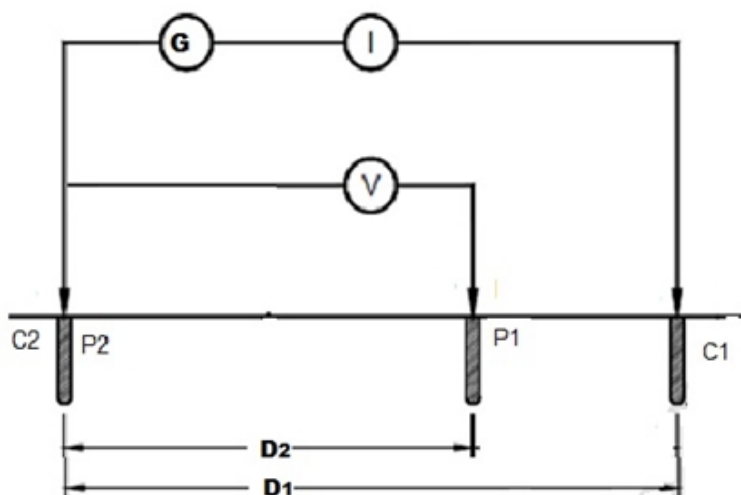


Figura 1. Funcionamiento del Método de Caída de tensión

Los bornes de los extremos marcados como C1 y C2 son los terminales de corriente y los bornes centrales marcados como centrales P1 y P2 son los terminales de tensión.

Se unen los bornes C2 y P2 se conectan a la varilla de tierra (o malla de tierra) cuya resistencia se requiere medir. La varilla más lejana conectada al borne C1, actúa como electrodo de corriente, la otra varilla conectada al borne P1 (localizada entre la varilla de corriente y la puesta a tierra a medir) actúa como electrodo de tensión.

Se utilizan para medir la resistencia de tierra, dos varillas como electrodos auxiliares C1 y P1, que se clavan en el terreno, alineados con el punto de puesta a tierra a medir.

Para el equipo mostrado los bornes de los extremos marcados como J_C y J_{XC} son los terminales de corriente y los bornes centrales marcados como J_T y J_{XT} son los terminales de tensión.

Primero se unen los bornes J_{XC} y J_{XT} y se conectan a la varilla de tierra (o malla de tierra) cuya resistencia se requiere medir. La varilla más lejana conectada al borne J_C , actúa como electrodo de corriente, la otra varilla conectada al borne J_T actúa como electrodo de tensión.

De acuerdo con la figura 1 de la norma LAR400, midiendo desde la varilla de puesta tierra (o malla de tierra) D_1 , es la distancia hasta la varilla de corriente y D_2 es la distancia hasta la varilla de tensión.

Al circular la corriente generada por el Medidor de tierras, se producen gradientes de potencial alrededor de los electrodos, pero existen zonas entre ellos donde el potencial es constante. Se ha determinado que a una distancia del 62% de D_1 , no se producen perturbaciones y allí debe instalarse el electrodo de tensión.



Se realizan tres mediciones con las siguientes distancias:

1- $D_1 = 25 \text{ m}$ $D_2 = 15 \text{ m}$

2- $D_1 = 30 \text{ m}$ $D_2 = 18 \text{ m}$

3- $D_1 = 36 \text{ m}$ $D_2 = 22 \text{ m}$

Si los valores no difieren en $\pm 5 \%$ del valor promedio (Obtenido de la suma de las tres mediciones y dividiendo por 3) debe considerarse que este valor promedio es el valor verdadero.

Si el **error** es mayor, existe superposición de los gradientes de **tensión** y debe aumentarse D_1 y D_2 manteniendo su relación $D_2 = 0,6 D_1$ y repitiendo el procedimiento hasta cumplir la condición que el **error** sea $<5\%$.

Todas las medidas deben realizarse sin **tensión**, ni circulación de corriente, es decir, la varilla de **tierra** debe estar desconectada de bajantes de **pararrayos**, neutros, tierras de equipos en funcionamiento. Igual sucede si se miden mallas de **tierra**.

De acuerdo con el **RETIE** en algunas instalaciones se deben cumplir los siguientes valores:

Para subestaciones de **media tensión** la resistencia debe ser = 10 ohm.

La resistencia para estructuras con **cable** de guarda = 20 ohm.

Punto **neutro** de **acometida en baja tensión** = 25 ohm.

La resistencia de cualquier **electrodo de puesta a tierra** debe ser = 25 ohm. (Norma ICONTEC 2050 Sección 250-84) y **RETIE**.

Medida de resistividad del terreno

Es de gran importancia conocer las características del terreno donde se va a instalar una varilla de **tierra** o electrodo de **tierra** para predecir el número de varillas que se deben instalar o la configuración de los electrodos. La resistividad varía con el tipo de suelo, la temperatura, la humedad, la homogeneidad y acidez del terreno.

El **método** más empleado para medir la resistividad del terreno ($W \cdot m$) es el **método** de Wenner (o de los cuatro puntos). Se instalan cuatro varillas alineadas e igualmente espaciadas a una distancia (a). Los bornes de los extremos del aparato marcados como C1 y C2 son los terminales de corriente y los bornes centrales P1 y P2 son los terminales de **tensión**, que se instalan a las varillas como se **muestra** en la fig. 2 y en el formato de **consignación** de resultados.

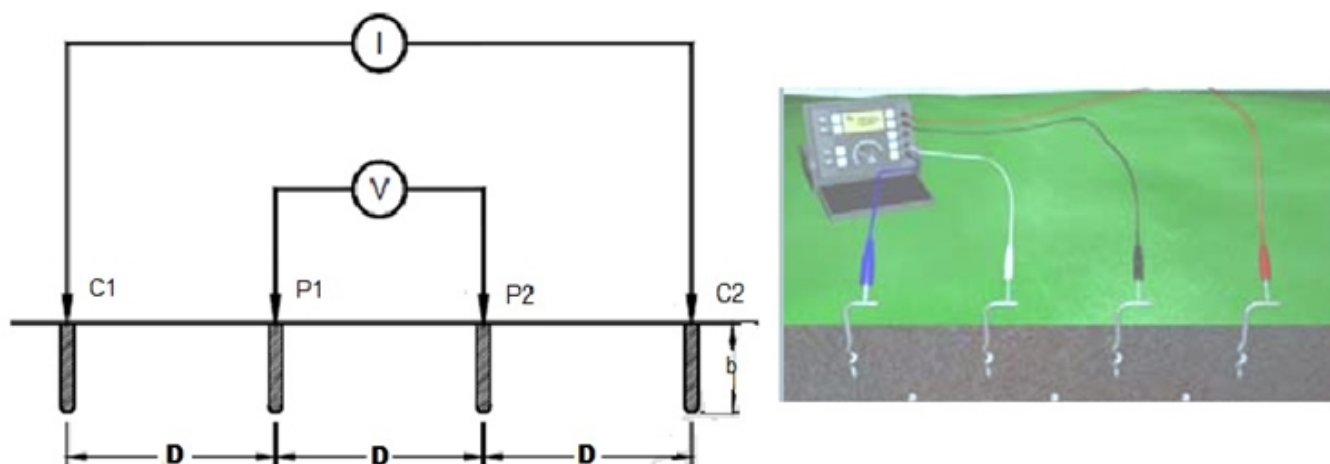


Figura 2. Funcionamiento del **Método de Wenner**

Los electrodos se colocan en línea recta a igual distancia (D) y a una misma profundidad (b). Los resultados dependen de la distancia entre electrodos y del contacto con la **tierra**.

El **método** consiste en inyectar corriente que pase por los electrodos C1 y C2. Entre los electrodos de prueba P1 y P2 se mide la **tensión** resultante del paso de la corriente. Con estos datos se calcula la resistencia y el valor de resistividad del terreno a una profundidad (b), y a una distancia entre electrodos (D). Se aplican las metodologías adecuadas para obtener la resistividad promedio.

El **equipo** con el que se realiza la medición de la resistividad se llama Telurómetro y de acuerdo con la marca y la identificación de sus terminales, difiere en algunos casos de los mostrados como C1, C2, P1, P2.

Para obtener el valor de la resistividad se deben realizar varias medidas con diferentes distancias (D). Se sugiere hacer medidas con $D=1m$, $D=2m$, $D=5m$, $D=10m$, $D=20m$ y $D=30m$.

Las varillas de prueba deben ser enterradas a una profundidad no mayor del 10% de la distancia entre varillas y firmemente enterradas. Una vez realizadas todas las conexiones, se lee la resistencia (R) en el Telurómetro y la resistividad se calcula mediante la expresión $r=2PDR$.

Los resultados deben consignarse en la tabla anexa con las observaciones y condiciones del medio ambiente. Además, se debe realizar una curva de resistividad contra distancia para determinar el valor promedio y descartar valores por errores de mediciones.

Mejoramiento de la resistencia de **puesta a tierra**

1. La elección entre aumentar electrodos o tratar el suelo debe hacerse en función de la resistividad medida, tal como se resume en la **Tabla No. 1 de Determinación del número y disposición de varillas de puesta a tierra según resistividad del terreno** donde se indica el número de varillas o el tipo de tratamiento requerido para alcanzar los valores de **resistencia de puesta a tierra** establecidos.



Tabla No. 1 de Determinación del número y disposición de varillas de puesta a tierra según resistividad del terreno



Resistividad del Terreno [$\Omega \cdot m$]	No de Varillas	Disposición
$\rho < 63$	1	
$63 \geq \rho < 110$	2	
$110 \geq \rho < 150$	3	
$\rho \geq 150$		<p>Nota: Si con las medidas de contrapesos o incremento de electrodos anteriores, no se logra la medida requerida de resistencia se sugiere usar tierras compuestas como bentonita, gel, concretos o similares con el fin de reducir la resistividad del suelo.</p>



Notas:

- La longitud **D** es la longitud de las varillas de **puesta a tierra** en metros ($D = 2,44 \text{ m}$). Ver [ET492](#)
- La conexión entre el fleje de bajante y la varilla de **puesta a tierra** dependerá de lo establecido en la [ET492](#).

2. Sistema de Puesta a Tierra Carson.

Para los sitios que define la norma LAR 450, como Alto y Muy Alto nivel cerámico, se debe contemplar la opción de utilizar el **Sistema de Puesta a Tierra Carson**. El SPT Carson, utiliza dos (2) varillas de cobre de diámetro 15 mm (5/8 ") y longitud 2,4 m, conductor desnudo de cobre de calibre 3,8 mm² (4 AWG) y longitud 2,4 m; el conductor conecta las puntas de las dos varillas. Tiene dos bajantes, una bajante de los DPS en **Media Tensión** y la otra bajante de **Baja Tensión, neutro y puesta a tierra** del Transformador, las bajantes pueden ser en fleje de acero, ancho 22,22 mm y espesor 1,2 mm (ET 492); las bajantes no requieren estar cubiertas, no afectan al SPT las abrazaderas y demás elementos de fijación que puedan interconectar las bajantes. La configuración del SPT Carson, se **muestra** en el diagrama a continuación.

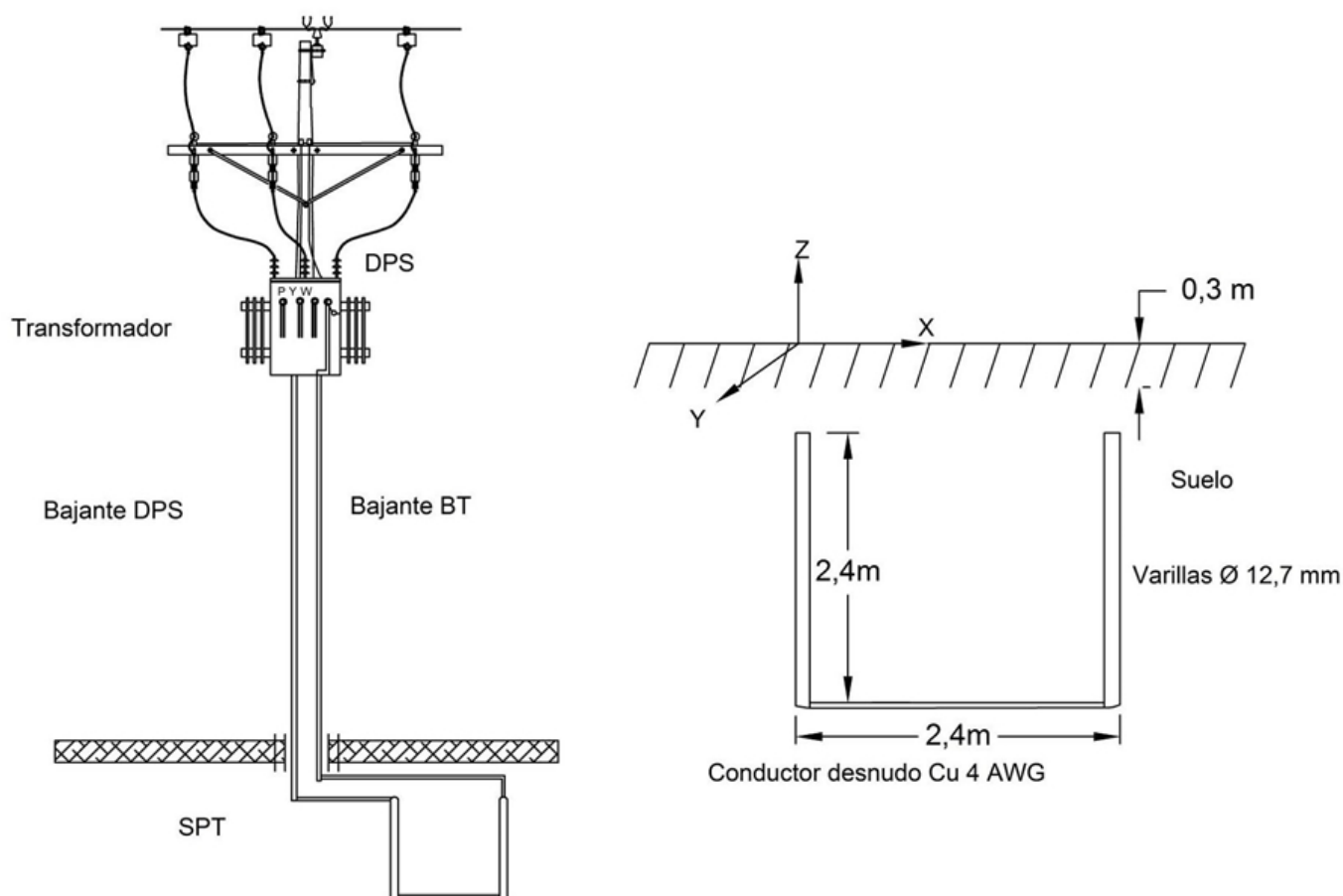




Figura 1. SPT Carson

3. Compensación de tierra mediante instalación de contrapesos.

Cuando la puesta a tierra está localizada en terrenos de alta resistividad, es posible mejorar el valor de la resistencia de puesta a tierra, mediante la instalación de contra pesos, para lo cual se mide la resistencia de puesta a tierra en por lo menos tres direcciones, buscando las partes más húmedas y se procede a lo largo de una zanja con una profundidad de 0,5 m, a enterrar un conductor como contrapeso en la dirección que indique la menor resistencia.

4. Traslado de la red a terrenos con menor resistividad.

Generalmente en los sitios en que se presentan daños en transformadores en forma reiterada y no ha sido posible por los anteriores métodos bajar la resistencia de puesta a tierra a valores aceptables, se recomienda reubicar el transformador a terrenos con menor resistividad.

La selección de una de las alternativas dependerá de la resistividad del terreno y del valor que se quiere alcanzar, ya que el tratamiento del terreno (a excepción del concreto, la bentonita y el gel) se deteriora con el transcurso del tiempo, si no se toman las precauciones para que permanezca dicho tratamiento.

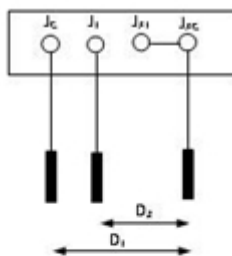


Figura 2

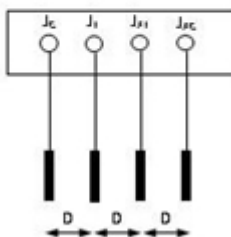


Figura 3



DEPENDENCIA: _____ FECHA: _____

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA : MÉTODO DE LA CAIDA DE TENSION

Lugar de medición: _____ Punto significativo: _____

Dirección: _____

Estado superficial del terreno Húmedo Seco

Equipo utilizado: _____

RESULTADO DE LAS MEDICIONES

D ₁ (m)	D ₂ (m)	R(Ohmio)	D ₁ (m)	D ₂ (m)	R(Ohmio)	OBSERVACIONES
25	15		36	22		
30	18		42	25		
36	22		50	30		
PROMEDIO						

*SEGUNDA MEDICIÓN, SI LA PRIMERA DIFIERE EL 5% > DEL PROMEDIO.

MEDIDA DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO: MÉTODO DE LOS 4 PUNTOS

Lugar de medición: _____ Punto significativo: _____

Dirección: _____

Estado superficial del terreno Húmedo Seco

Equipo utilizado: _____

D(m)	R(Ohmio)	$\rho = 2(3.14)DR$ (Ohmio * m)	OBSERVACIONES
2			
5			
10			
20			
36			

