

AT-10L (AT-604) CONDUCTIVER PLUS



El CONDUCTIVER PLUS es un gel mejorador de la conductividad de la toma de tierra, no corrosivo, poco soluble pero muy higroscópico. Está compuesto por un electrolito base, que es el que aporta la capacidad conductora del preparado, que acompañado de otros componentes favorece la conducción de modo casi inmediato al complementar la acción del electrolito base.

1. PRESENTACIÓN

- Recipiente de 5 litros (se utiliza como envase medidor)
- Compuesto AMARILLO
- Compuesto BLANCO

Recipiente

Material: polipropileno

Dimensiones: $\phi_{inf} 195 \times \phi_{sup} 235 \times 198$ mm

Capacidad: 5 litros

Componentes

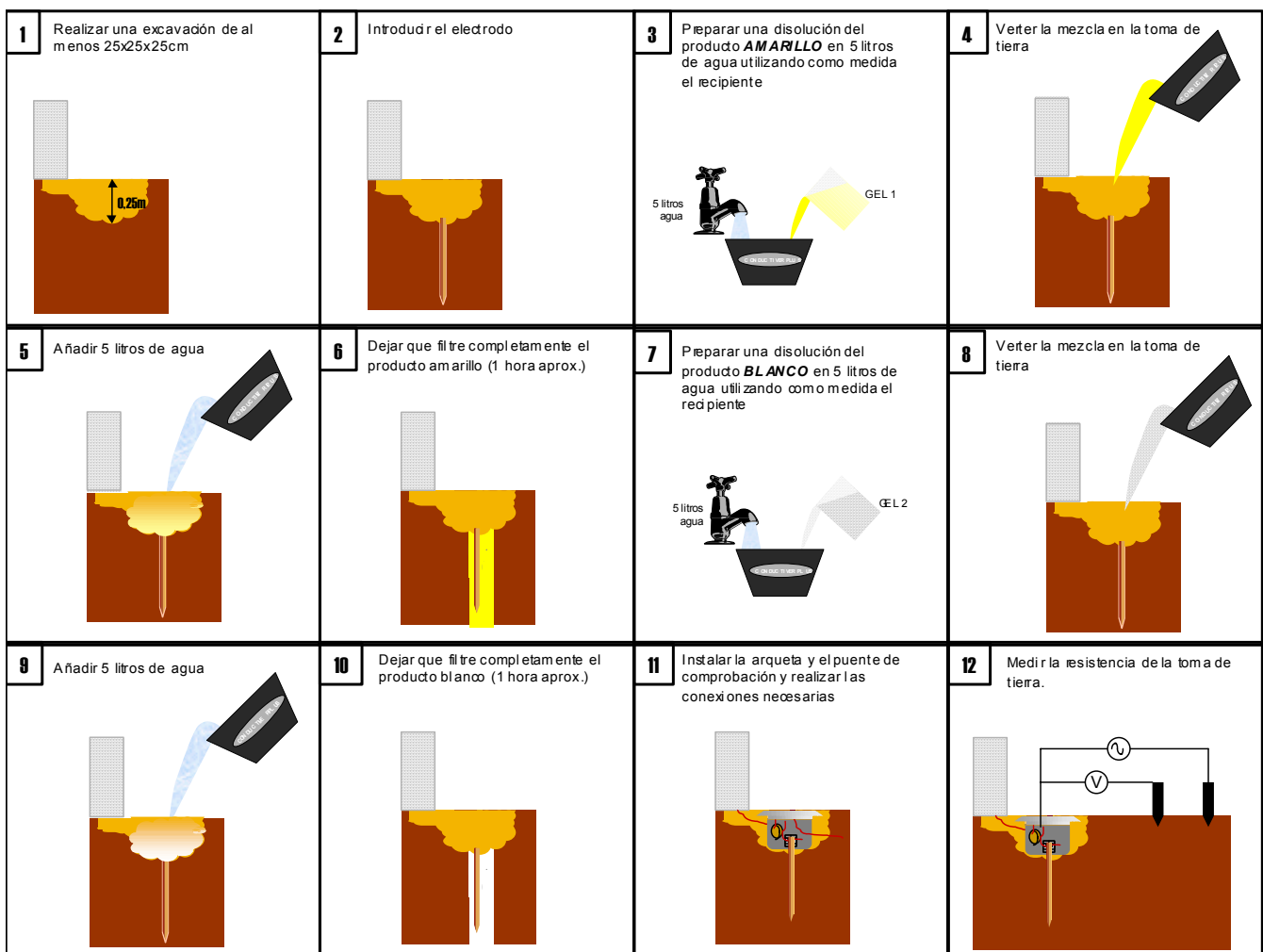
GEL 1	GEL 2
Color: amarillo	Color: blanco
Dimensiones: 20 x 16cm	Dimensiones: 18 x 24cm
Peso: 1,705kg	Peso: 2,205kg
Textura: líquido	Textura: escamas

Para obtener una dosis de CONDUCTIVER PLUS se utilizan junto con estos compuestos 20 litros de agua, siguiendo cuidadosamente las instrucciones.

2. MODO DE EMPLEO

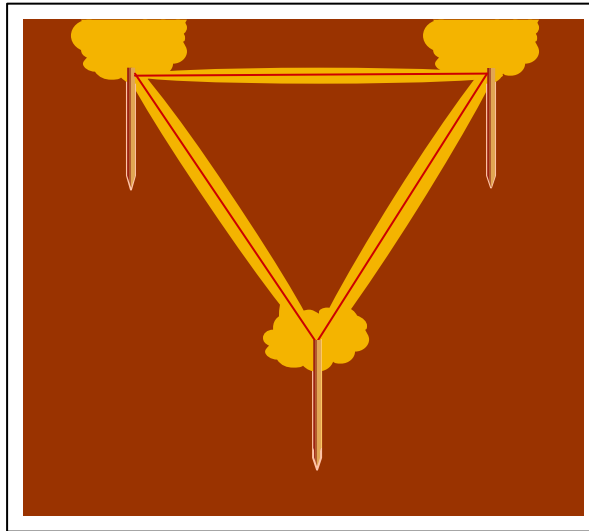
- El suelo puede estar seco, no es necesaria ninguna preparación previa
- Preparar una disolución del producto **AMARILLO** en 5 litros de agua utilizando como medida el recipiente.
- Verter la primera disolución en el terreno y añadir otros 5 litros de agua.
- Dejar filtrar el producto hasta su total desaparición en tierra (una hora aproximadamente, dependiendo del terreno).
- Limpiar el recipiente de cualquier residuo de la disolución anterior antes de continuar con el producto siguiente.
- Preparar una segunda disolución con el producto **BLANCO** y 5 litros de agua. Verter esta mezcla homogénea sobre el elemento de tierra. Añadir otros 5 litros de agua. Dejar filtrar hasta su total absorción (1 hora aproximadamente).
- Una vez filtrado el segundo producto se puede proceder a la medición.

Instrucciones para un **electrodo convencional simple**:

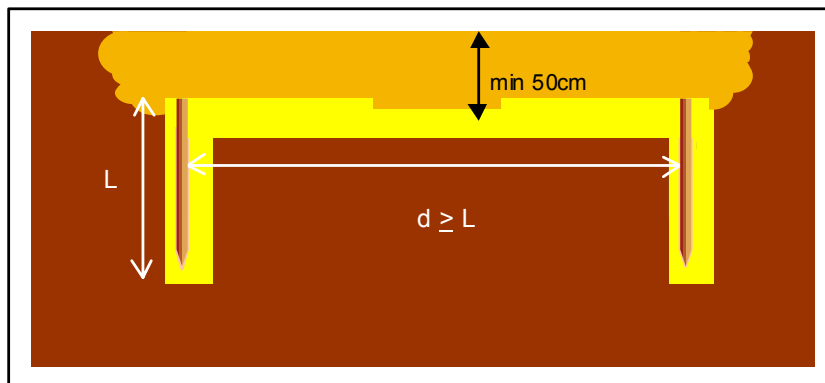


Otros casos:

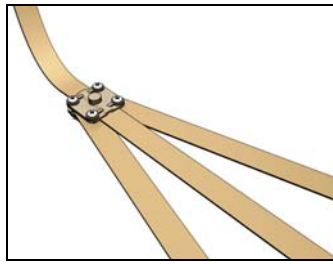
a) Toma de tierra formada por varios pozos interconectados



- La longitud mínima total de todas las picas enterradas debe ser de 6 metros.
- Deben estar dispuestas en línea o triángulo y espaciadas entre sí por una distancia al menos igual a su longitud enterrada.
- Unidas entre sí por un conductor idéntico o compatible al utilizado para la bajante.
- La zanja en que está enterrado el conductor será de al menos 50cm de profundidad.
- Es recomendable aplicar CONDUCTIVER PLUS tanto en los electrodos como en las zanjas donde se extiende el conductor.



b) Toma de tierra formada por conductores enterrados.

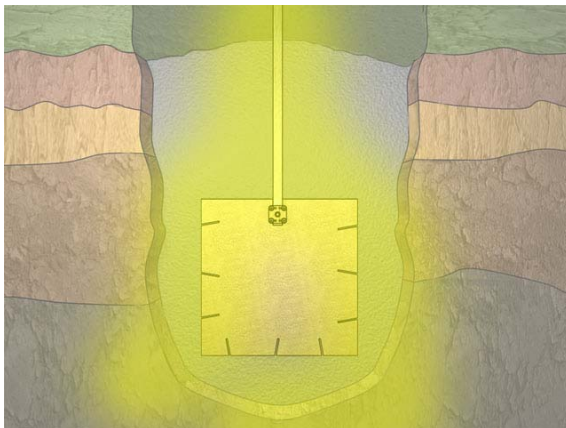


Electrodo en forma de pata de ganso

- Conductores de la misma naturaleza y sección que las bajantes (excepto aluminio).
- En forma de pata de ganso de grandes dimensiones o de malla
- Enterrados al menos a 50cm de profundidad.
- Se recomienda utilizar el gel mejorador de la conductividad CONDUCTIVER PLUS en las zanjas y en las superficies en que se instalan los conductores.

c) Otros electrodos

Aplicaciones Tecnológicas suministra otros electrodos de toma de tierra especiales para baja impedancia, como los electrodos de placa, grafito y electrodos dinámicos. Para todos ellos el uso de CONDUCTIVER PLUS mejora la conductividad de la toma de tierra y consigue que este efecto sea más duradero.



Placa de toma de tierra



Electrodo de grafito



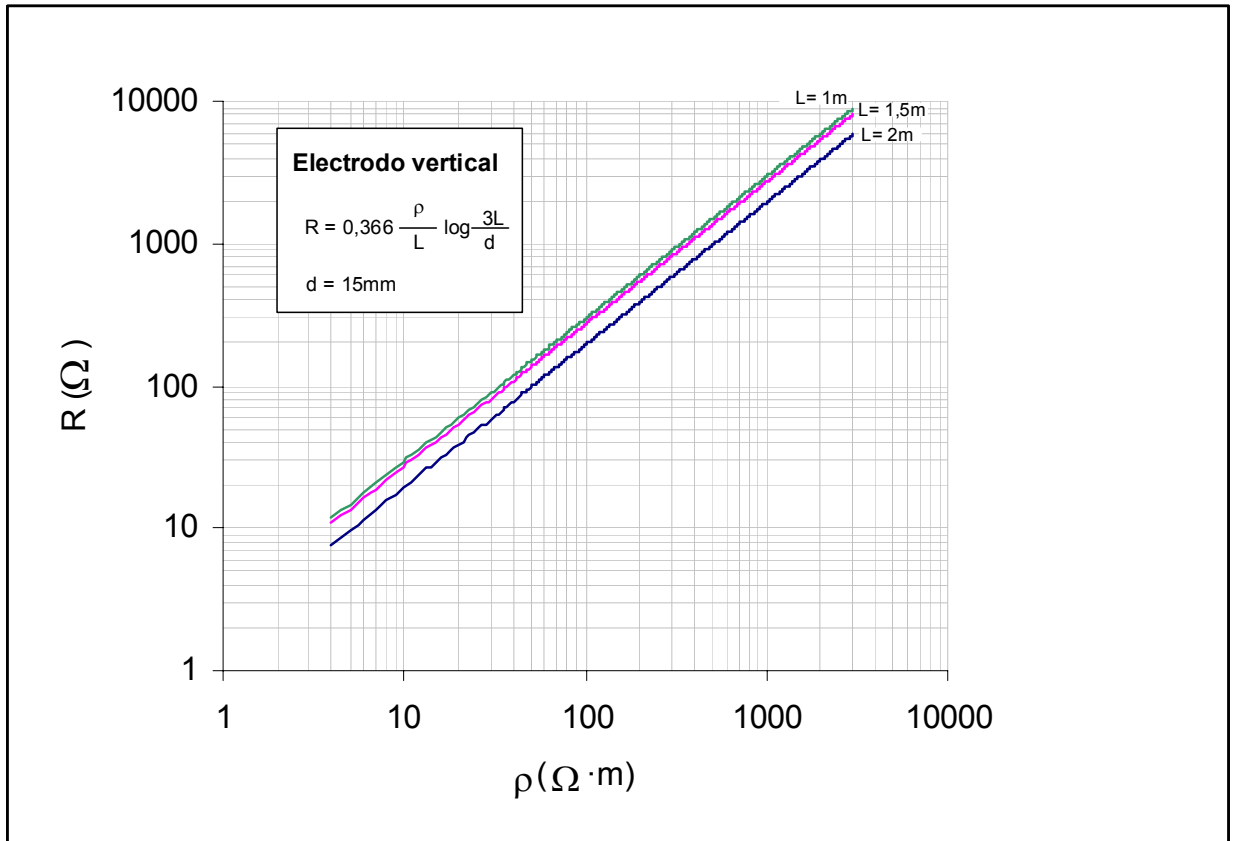
Electrodo dinámico APLIROD®

3. DIMENSIONES DE LAS TOMAS DE TIERRA

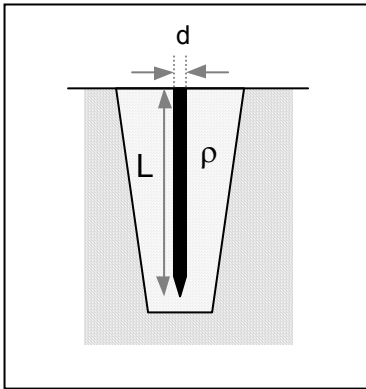
El tipo y dimensiones de una toma de tierra convencional se elige teniendo en cuenta la resistividad del suelo, la resistencia a obtener (<10Ω), el tipo de protección y el espacio disponible para su realización.

Mediante los siguientes gráficos se pueden estimar las dimensiones de la obra a realizar:

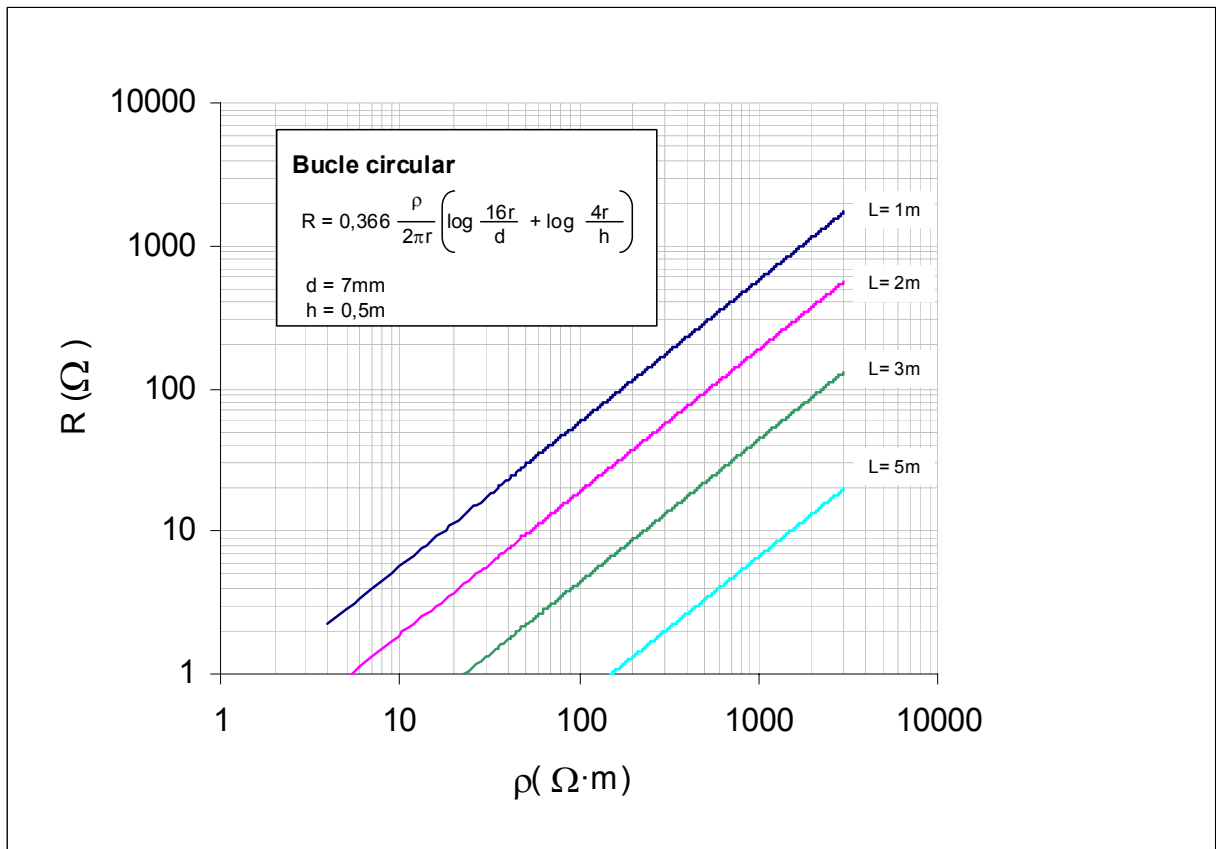
a) Electrodo vertical



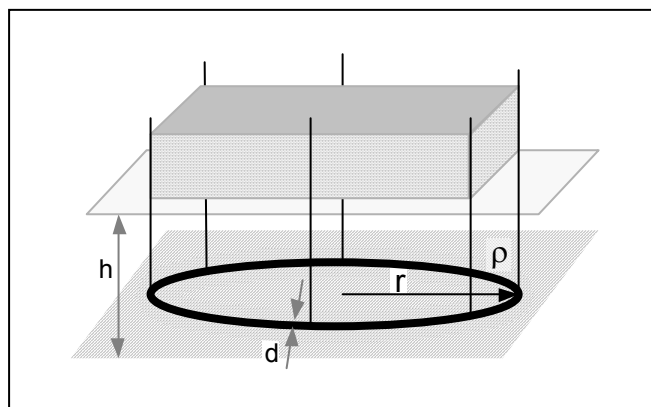
R : resistencia (Ω) L : longitud del electrodo (m)
 ρ : resistividad del suelo (Ω·m) d : diámetro del electrodo (m)



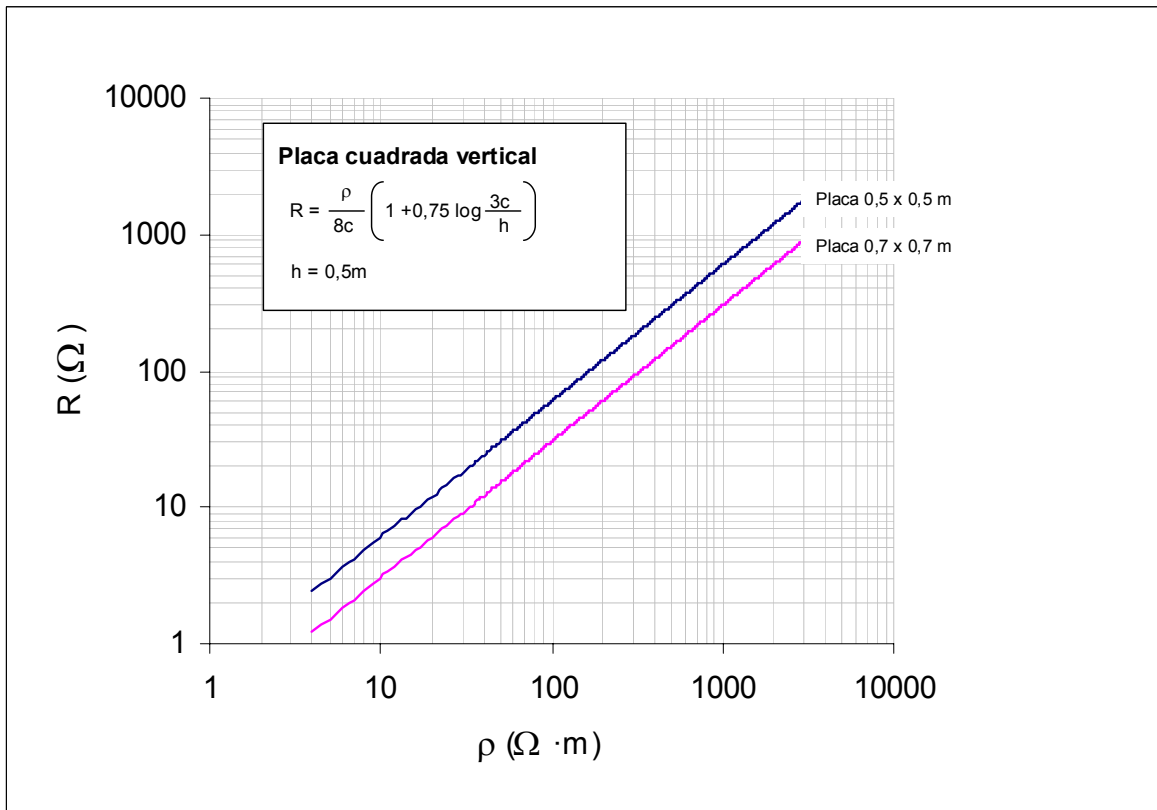
b) Bucle circular



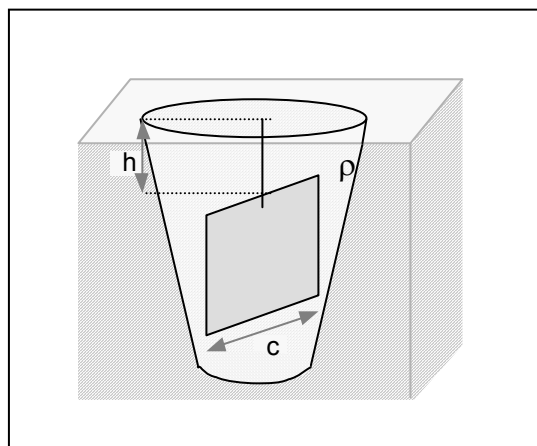
R : resistencia (Ω)	L : longitud del electrodo (m)
ρ : resistividad del suelo (Ω·m)	d : diámetro del electrodo (m)
r : radio del bucle (m)	h : profundidad (m)



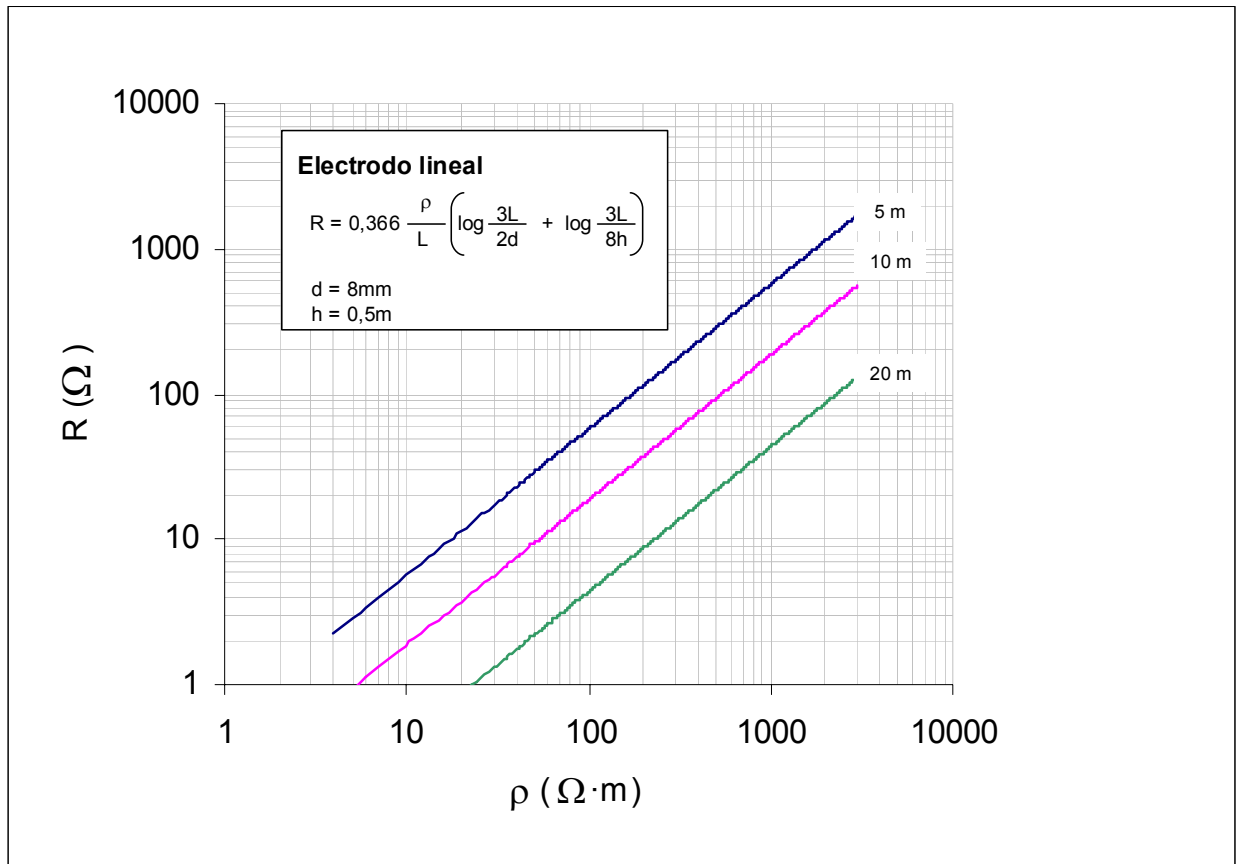
c) Placa cuadrada vertical



R : resistencia (Ω) h : profundidad (m)
 ρ : resistividad del suelo ($\Omega \cdot \text{m}$) c : 0,6 × lado de la placa (m)

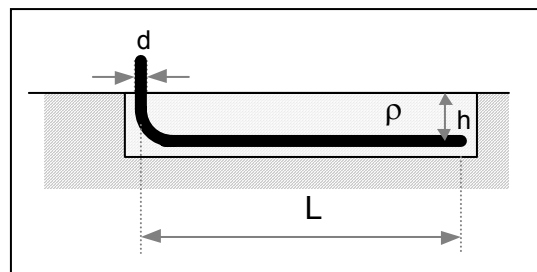


d) Electrodo lineal

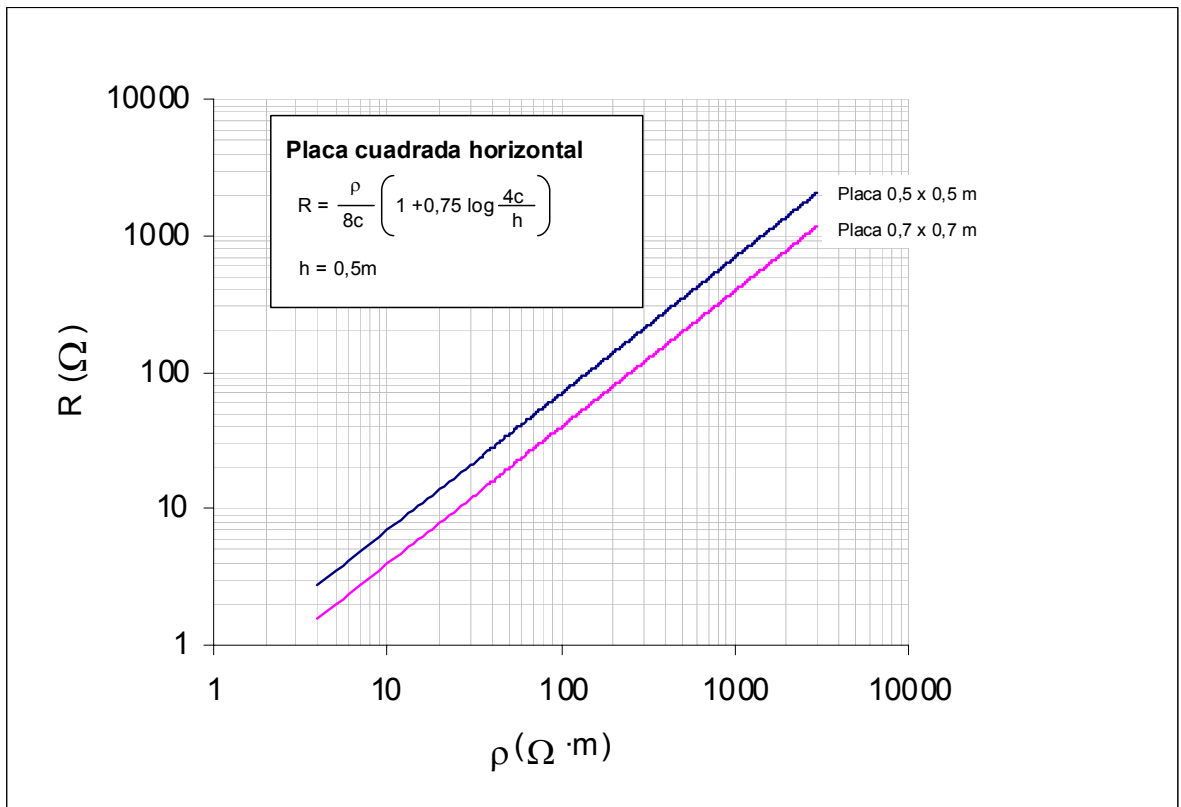


R : resistencia (Ω)
 ρ : resistividad del suelo ($\Omega \cdot \text{m}$)
 L : longitud del electrodo (m)

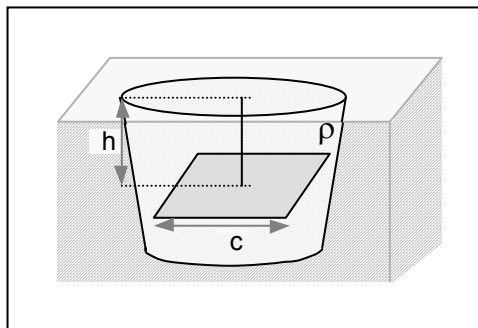
d : diámetro del electrodo (m)
 h : profundidad (m)









e) Placa cuadrada horizontal



R : resistencia (Ω) h : profundidad (m)
 ρ : resistividad del suelo ($\Omega \cdot \text{m}$) c : 0,6 × lado de la placa (m)



En la siguiente tabla se dan las expresiones generales para cada tipo de electrodo, así como el resultado de interconectar dos electrodos verticales. Para todos ellos se puede aplicar el gel CONDUCTIVER PLUS en la toma de tierra, a fin de disminuir la resistividad. Como se ve en las expresiones, la relación entre la resistencia y la resistividad es lineal, por lo que se precisarán menores requisitos en cuanto a las dimensiones de los electrodos para conseguir buenos resultados.

	Electrodo vertical:	$R = 0,366 \frac{\rho}{L} \log \frac{3L}{d}$
	Bucle circular:	$R = 0,366 \frac{\rho}{2\pi r} \left(\log \frac{16r}{d} + \log \frac{4r}{h} \right)$
	Placa cuadrada vertical:	$R = \frac{\rho}{8c} \left(1 + 0,75 \log \frac{3c}{h} \right)$
	Electrodo lineal:	$R = 0,366 \frac{\rho}{L} \left(\log \frac{3L}{2d} + \log \frac{3L}{8h} \right)$
	Placa cuadrada horizontal:	$R = \frac{\rho}{8c} \left(1 + 0,5 \log \frac{4c}{h} \right)$
	Dos electrodos verticales interconectados:	$R = \frac{R_1}{2} \left(1 + \frac{0,358}{\log \frac{3L}{d}} \right)$ <p style="text-align: right;">con $R_1 = 0,366 \frac{\rho}{L} \log \frac{3L}{d}$</p>

R : resistencia
 ρ : resistividad del suelo
L : longitud del electrodo
c : 0,6 × lado

d : diámetro del electrodo
r : radio del electrodo
h : profundidad

4. RESISTIVIDAD DE LAS TOMAS DE TIERRA

Para realizar una toma de tierra, es interesante disponer de una herramienta de predicción estratigráfica del terreno para conocer la resistividad del terreno a partir de las medidas en su superficie, especialmente si existen estratos inferiores de elevada conductividad. Sin embargo, habitualmente no se dispone de este estudio detallado. Existen tablas generales de resistividad para diferentes terrenos que ayudan a la toma de decisiones sobre el tipo y el número de electrodos de toma de tierra, así como sobre la necesidad de utilización del gel mejorador de la conductividad CONDUCTIVER PLUS. A partir de la resistividad del terreno y el electrodo utilizado pueden calcularse la resistencia de la toma de tierra, siempre teniendo en cuenta que son valores aproximados y teóricos y que en ningún caso pueden sustituir a la medida de la resistencia con un equipo adecuado.

El Reglamento de Baja Tensión editado en 2002 aporta las siguientes tablas:

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohm · m
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	50 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceo	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad ($\Omega \cdot m$)
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles, terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3000

5. TOMAS DE TIERRA EN TERRENOS DE ALTA RESISTIVIDAD

La toma de tierra es un elemento fundamental de cualquier instalación eléctrica. Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión español (Agosto 2002):

“Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados” (BT18)

Por lo tanto, las tomas de tierra protegen tanto a los equipos como a las personas de diferencias de potencial peligrosas.

Cualquiera que sea el origen de la diferencia de potencial, **es imprescindible que la resistencia de la toma de tierra sea baja**, y que sus propiedades se mantengan a lo largo del tiempo, incluso en periodos secos.

En muchos casos, esta baja resistencia se consigue mediante la instalación de **electrodos de gran longitud**, buscando capas húmedas a gran profundidad. Sin embargo, en el caso de las descargas de origen atmosférico este tipo de electrodos **no resulta efectivo**, ya que la corriente del rayo que debe disiparse en la toma de tierra es de gran intensidad (decenas de kiloamperios, habitualmente) pero de muy corta duración (milisegundos), con lo que por diversos motivos físicos no llega a alcanzar los extremos del electrodo. La conducción y dispersión de la corriente se produce en el primer tramo del electrodo, donde la conductividad del terreno es mala.

La **humedad del terreno** es un factor determinante de la impedancia de la toma de tierra. También es importante el hecho de que el terreno está apelmazado o que haya sido removido recientemente. Si se realiza una zanja para la toma de tierra, si ha llovido recientemente o si se vierte agua cuando se realiza la instalación, se puede obtener un resultado aceptable para la resistencia de la toma de tierra que, sin embargo, no se va a mantener a lo largo del tiempo.

Algunos sistemas de realización de tomas de tierra utilizan sales higroscópicas para aumentar la retención de humedad alrededor del electrodo. Sin embargo, la simple adición de estas sales no resulta efectiva a largo plazo, ya que son arrastradas por las lluvias y desaparecen al cabo de un tiempo. Además, durante su permanencia pueden producir problemas de corrosión al electrodo.

Es imprescindible garantizar una buena **dispersión de la corriente** en la toma de tierra. Al recibir la corriente del rayo, la energía acumulada provoca grandes diferencias de potencial en el suelo, capaces incluso de electrocutar a una persona por la diferencia de potencial existente entre sus pies (**tensión de paso**).



6. GEL CONDUCTIVER PLUS

La conductividad del terreno es casi exclusivamente de **naturaleza electrolítica** debido a las sales disueltas en el agua que lo impregnan y que se concentran en la superficie por un fenómeno de adherencia a los granos de arena y arcilla de la tierra.

Es pues posible aumentar la conductividad del terreno, favoreciendo su poder de absorción, retención de agua, y aumentando su riqueza en sales solubles.

Resulta sumamente sencillo conseguir este efecto de una forma elemental, impregnándolo con un electrolito cualquiera, tal como la sal común (NaCl) o el carbonato sódico (Na₂CO₃), pero la gran solubilidad de estas sales, así como su poca absorción por el suelo, hacen que sean rápidamente arrastradas por las aguas de infiltración, por cuya causa su acción es de poca duración, sin prestar ningún interés práctico. Otro inconveniente de la sal común es su poder corrosivo sobre los electrodos de la toma de tierra.

Por término medio se considera una pluviosidad media en España de unos 700L/m²·año. Como se puede suponer este es un valor medio, por lo que dependiendo de la zona se deben estudiar las proporciones de producto necesarias atendiendo al valor concreto de la cantidad de agua caída a lo largo del año. Se estima que un 60% de este valor se pierde en evaporación y la cantidad de agua que atraviesa el suelo es del orden de los 280L/m²·año.

Los componentes del gel CONDUCTIVER PLUS han sido seleccionados **en función de su solubilidad**, ya que lo que se pretende es que a partir de componentes solubles obtengamos como consecuencia de la reacción un producto de solubilidad baja, lo que nos proporcionará un depósito de producto conductor perdurable en el tiempo.

Los reactivos empleados son productos que al reaccionar dan lugar a compuestos con un gran poder conductor, para así disminuir la resistencia de los terrenos, sobre todo en aquellos con carencias de sales.

La elección de los componentes también se ha realizado atendiendo a parámetros ecológicos, **seleccionando aquellos productos no contaminantes ni corrosivos**, así como teniendo en cuenta las constantes de solubilidad tanto de los elementos reaccionantes como de los productos resultantes, combinando reactivos muy solubles que proporcionan un aumento de la conductividad de modo inmediato y los productos resultantes de carácter insoluble que aseguran una reserva iónica capaz de mantener dicho aumento de la conductividad.

El gel CONDUCTIVER PLUS se caracteriza por:

- Tener la capacidad de crear electrolitos parcialmente ionizados, de alta carga, con gran capacidad de retención de agua y de formar geles.
- Obtener una gran permanencia en el terreno, gracias a la formación de enlaces con las partículas de éste.
- Aumentar la conductividad (aproximadamente en un 200%) del terreno durante un periodo de un año y una pluviosidad de 700 litros/m².
- No provocar corrosión en los electrodos de tierra.
- Ser totalmente ecológico.

El gel CONDUCTIVER PLUS está compuesto por un **electrolito base**, que aporta la capacidad conductora del preparado, y que acompañado de otros componentes favorecen la conducción de modo casi inmediato y complementan la acción del electrolito base.

El fundamento de la acción mejoradora de la conductividad por parte del electrolito base consiste en la formación de un producto poco soluble (como máximo un 0,2% de solubilidad) pero muy higroscópico. Por lo tanto es un producto capaz de aumentar el poder absorbente y de retención de la humedad del terreno, siendo capaz de multiplicar por un coeficiente de entre 3 y 20 veces la conductividad del terreno, dependiendo de las características del mismo.

El CONDUCTIVER PLUS produce la formación de un gel de alta conductividad en la zona de contacto electrodo-suelo y en la zona que rodea a este contacto. Aplicadas en el orden adecuado, los iones se difunden muy rápidamente a través del gel formado. Esto hace posible repetir la introducción del gel en el suelo después de algún tiempo, en caso de que se requiera la obtención de una resistencia aún menor en el electrodo.

El gel CONDUCTIVER PLUS es un compuesto químico complejo, insoluble en agua, de alta conductividad, que no es eliminado por continuos lavados. Las pruebas de laboratorio han demostrado que no hay cambios en sus cualidades físicas después de sometido a lavados forzados de agua. El GEL también es termoestable entre -60° y 60°C .

La ventaja del gel CONDUCTIVER PLUS sobre otros métodos químicos de tratamiento del suelo que rodea al electrodo es que precipita en el suelo en forma de una masa homogénea, con una sola gran superficie de contacto, en lugar del gran número de puntos de contacto obtenidos cuando existen cristales o sustancias amorfas en el suelo.

Los componentes que favorecen la acción del electrolito base son iones muy solubles que aseguran un efecto muy rápido en el aumento de la conductividad, por lo que es necesaria la adición de los componentes por separado (**GEL N° 1 y GEL N° 2**), ya que de este modo la formación del electrolito base, poco soluble, se produce dentro del terreno, asegurando así el máximo rendimiento y aprovechamiento.

Gracias a la adición por separado de los componentes, el CONDUCTIVER PLUS se presenta como un producto versátil y capaz de adaptarse a las necesidades de cada usuario.

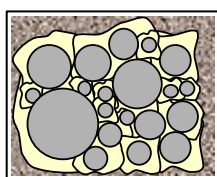
El gel CONDUCTIVER PLUS puede aplicarse sobre cualquier tipo de electrodo (pica, cable, placa, etc.), mediante el simple vertido de las disoluciones adecuadas en el suelo que rodea al electrodo. Del mismo modo se puede aplicar sobre todo tipo de terreno, aumentando la dosis en función de la resistividad y las particularidades propias del tipo de suelo a tratar.

Dosificación

Se recomienda la aplicación de al menos un CONDUCTIVER PLUS por elemento de toma de tierra. Para conseguir mayores descensos de la resistencia de la toma de tierra pueden aplicarse dosis superiores. Los resultados son más favorables cuanto más producto se aplique al elemento de tierra.

Duración

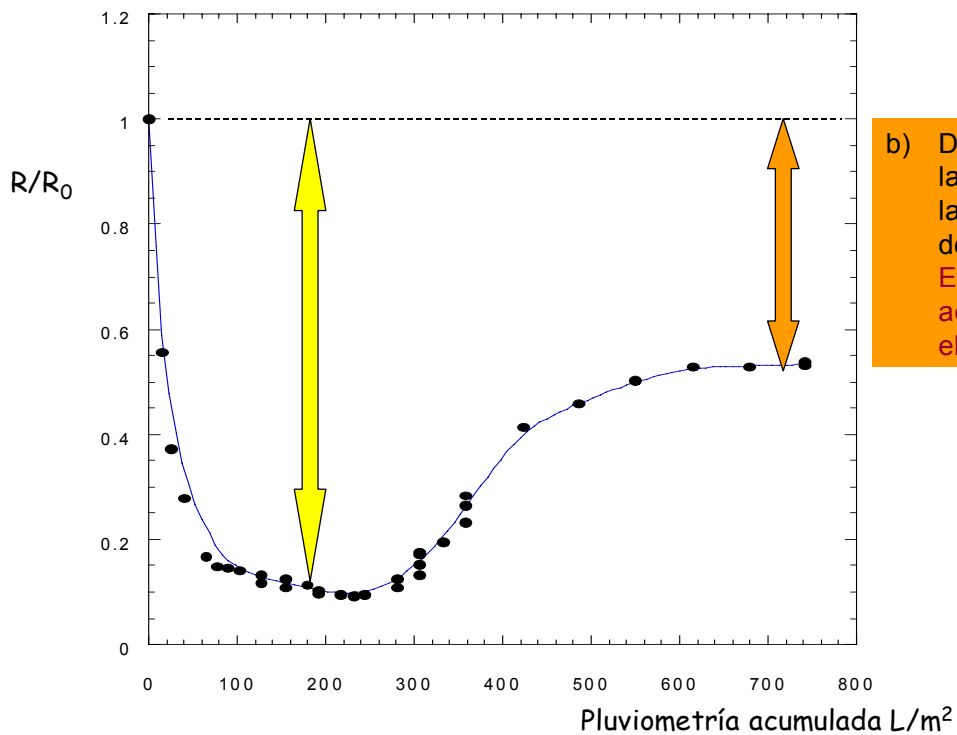
El gel CONDUCTIVER PLUS mantiene una buena conductividad del terreno durante un periodo de entre uno y dos años. Después de este periodo es conveniente aplicar nuevamente el tratamiento, con la ventaja de que el efecto del CONDUCTIVER PLUS es acumulativo, esto es, cada tratamiento mejora las características eléctricas del terreno, de forma que cada vez se parte de una resistividad más baja.



En tierras granuladas, el CONDUCTIVER PLUS rodea la grava con un gel conductor, logrando una disminución efectiva de la resistividad del terreno a largo plazo.

Los efectos del gel CONDUCTIVER PLUS son apreciables en todo tipo de terrenos, especialmente en tierras granuladas, donde la reducción de la resistividad relativa, obtenida en ensayos realizados por el Departamento de Química de la Universidad Politécnica de Valencia, es del orden del 90%.

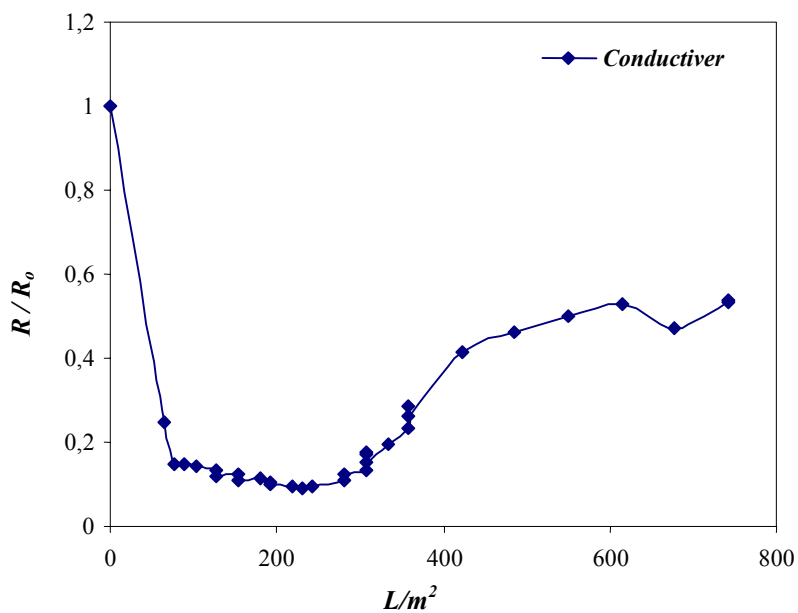
a) Disminución rápida de la resistividad del terreno tras el tratamiento



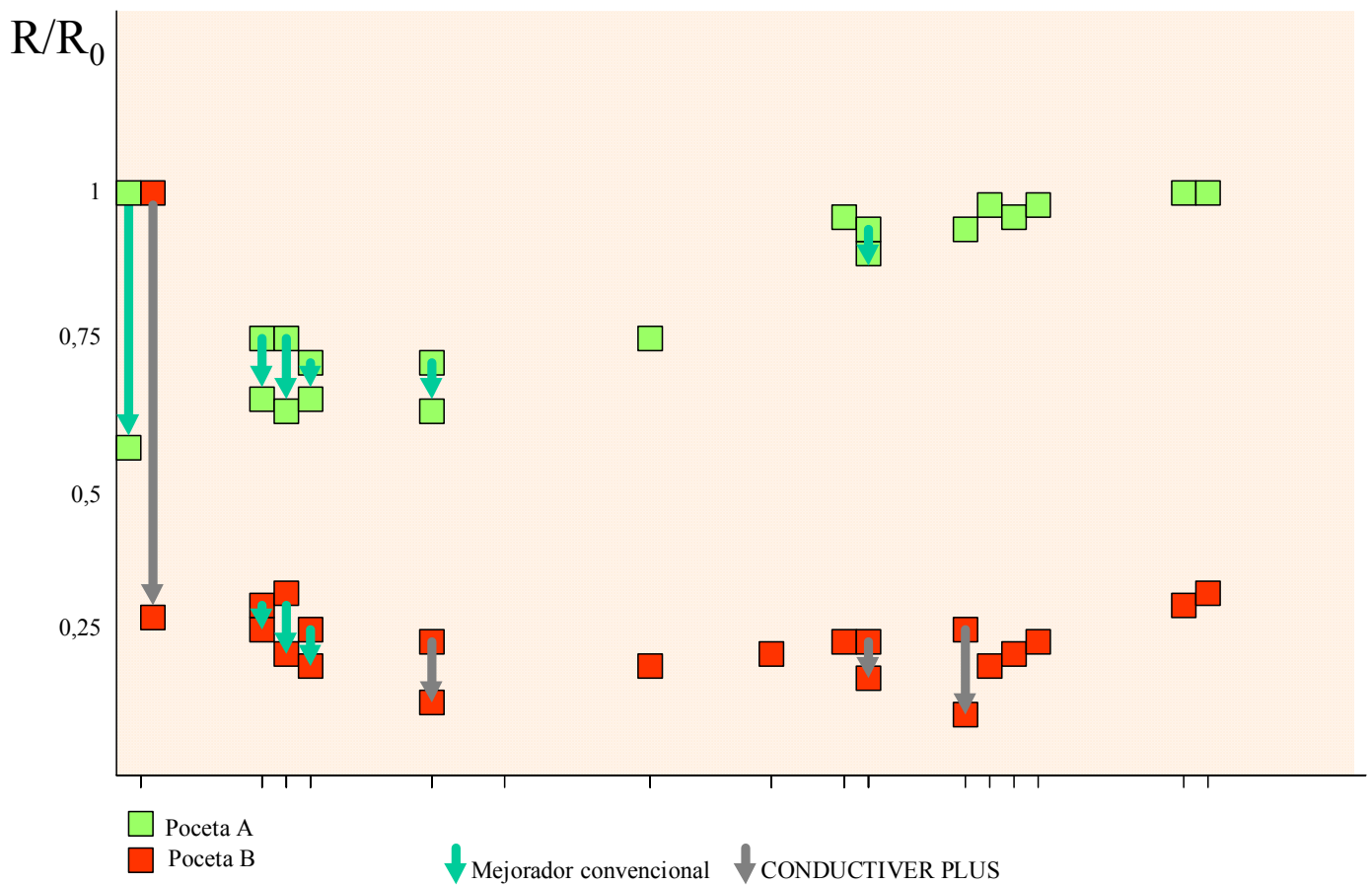
b) Disminución a largo plazo de la resistividad del terreno. Efecto acumulativo con el tratamiento.

Como se puede apreciar en el gráfico, la disminución de la resistencia del terreno es casi inmediata, llegando a una disminución de la resistencia del terreno de un 90%, apreciándose como después, con una pluviosidad normal, la resistencia del terreno todavía se mantiene en un valor de resistencia alrededor del 50% del inicial.

Son muchas las características del terreno que influyen en su conductividad, por lo que no es posible realizar una tabla general que determine la conductividad del terreno en función de las dosis de CONDUCTIVER PLUS utilizadas. A modo de ejemplo, el siguiente gráfico representa la variación de la resistencia normalizada en función de la cantidad de agua añadida, esto es, de la humedad del terreno:



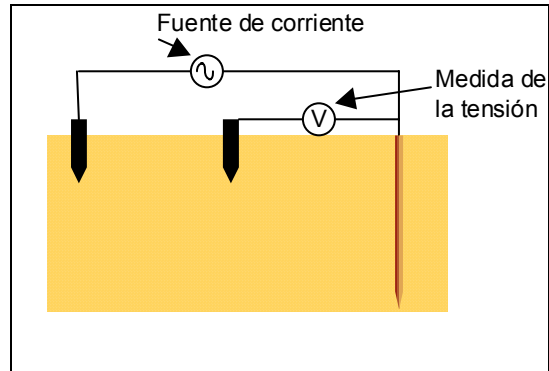
Para comprobar la efectividad del gel CONDUCTIVER PLUS, se realizó un estudio durante varios meses en dos pocetas realizadas en un terreno de alta resistividad y separadas 5 metros. En la Poceta A se añade un mejorador convencional de la conductividad cada vez que se aplica una nueva dosis de CONDUCTIVER PLUS a la Poceta B. Los resultados muestran que el gel CONDUCTIVER PLUS no solamente consigue una mayor disminución de la resistividad sino que además mantiene las buenas condiciones eléctricas del terreno durante más tiempo.



7. MEDIDA DE LA TOMA DE TIERRA

En el caso de las tomas de tierra de los sistemas de protección contra el rayo, sería conveniente medir la impedancia de la toma de tierra, esto es, realizar las medidas con una corriente de tipo impulsional o al menos no continua, de forma que se evalúe no sólo la componente resistiva de la toma de tierra sino también la inductiva, que influye de forma muy importante en el comportamiento de la toma de tierra para los casos de corriente impulsional.

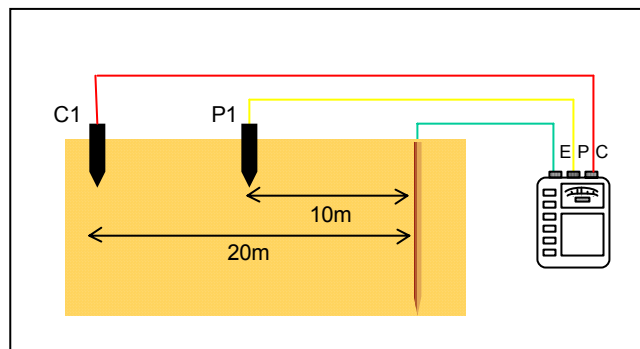
Sin embargo, actualmente pocos instaladores disponen de un telurómetro capaz de tomar esta medida, y los telurómetros de alta frecuencia existentes en el mercado inyectan en tierra una corriente muy baja. De cualquier forma, tanto estos telurómetros como los convencionales pueden utilizarse para obtener una medida aproximada de la impedancia de la toma de tierra. Es imprescindible que la resistencia medida por medios convencionales sea baja (menor de 10Ω) y en caso de no alcanzar este valor deben realizarse otras tomas de tierra conectadas con el sistema realizado y utilizar un producto mejorador de la conductividad, higroscópico y de efectos duraderos como el gel CONDUCTIVER PLUS.



Para la **medida de la toma de tierra** es necesario tomar dos puntos de referencia suficientemente alejados de la toma de tierra: 10 y 20 metros aproximadamente, en cualquier dirección, aunque se recomienda que estén lo más alineados posible. Es importante que los cables de conexión estén bien separados, ya que si se cruzan o están enrollados los efectos inductivos de la corriente inyectada pueden influir en el resultado de la medida, alterando el valor real de la resistencia de la toma de tierra.

Los puntos de referencia se obtienen de la siguiente forma:

- Si es posible, lo más aconsejable es clavar las piquetas testigo a las distancias citadas en el terreno, y tomar conectar el telurómetro a ellas.
- Si el terreno es duro o no tiene la suficiente humedad, las referencias pueden tomarse conectando el telurómetro a elementos metálicos clavados o embebidos en el terreno, siempre que estén libres de tensión y alejados de influencias electromagnéticas.
- También se pueden tomar las referencias envolviendo individualmente las dos piquetas de prueba del telurómetro en dos paños humedecidos. Sin embargo, esta medición no es válida para suelos con asfalto, en los que habrá que utilizar la medida simplificada.
- La medida simplificada, en la que se conecta únicamente a la toma de tierra del pararrayos y a una toma de tierra de referencia.



8. SAFETY DATA SHEET

Identificación de los peligros

Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias

Primeros auxilios

Indicaciones generales: En caso de pérdida del conocimiento nunca dar de beber ni provocar el vómito

Inhalación: Trasladar a la persona al aire libre

Contacto con la piel: Lavar abundantemente con agua. Quitarse la ropa contaminada

Ojos: Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. En caso de irritación, pedir atención médica

Ingestión: Beber agua abundante. Provocar el vómito. Pedir atención médica

Medidas de luchas contra incendio

Medios de extinción: Los apropiados al entorno

Riesgos especiales: Incombustible

Medidas a tomar en caso de vertido accidental

Precauciones individuales: No inhalar los vapores

Precauciones para el medio ambiente: Prevenir la contaminación del suelo, aguas y desagües.

Métodos de recogida/limpieza: Recoger con materiales absorbentes (Absorbente General Panreac, Kieselguhr, etc...) o en su defecto arena o tierra secas y depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante. Neutralizar con ácido clorhídrico.

Manipulación y almacenamiento

Manipulación: Sin otras indicaciones particulares.

Almacenamiento: Recipientes bien cerrados. Temperatura ambiente. Ambiente seco.

Controles de exposición/ protección personal

Protección respiratoria: En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado.

Protección de manos: Usar guantes apropiados.

Protección de los ojos: Usar gafas apropiadas.

Medidas de higiene particulares: Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada. Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

Estabilidad y reactividad

Condiciones a evitar: Temperaturas elevadas.

Efectos peligrosos para la salud

Por inhalación: Irritaciones en vías respiratorias.

En contacto con la piel: Irritaciones, quemaduras.

Por contacto ocular: Irritaciones, quemaduras. Riesgos de trastornos de visión.

Por ingestión: Vómitos. Irritaciones en mucosas de la boca, garganta, esófago y tracto intestinal.

Efectos sistémicos: Flujo salival, colapso.

Otros: No se descartan otras características peligrosas. Observar las precauciones habituales en el manejo de productos químicos.

