

INTRODUCCIÓN

EL TERRENO

LA HUMEDAD DEL TERRENO

LA ESTACIONALIDAD

ION-FORTE: QUÉ ES Y COMO ACTÚA

RENDIMIENTOS DE ION-FORTE

INSTRUCCIONES DE USO

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

A- EN FUNCIÓN DEL TIPO DE INSTALACIÓN

- 1) **INSTALACIÓN CON UN ÚNICO ELECTRODO**
- 2) **INSTALACIÓN CON VARIOS ELECTRODOS**
- 3) **INSTALACIÓN CON ELECTRODO PROFUNDO**

B- EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TERRENO

- 1) **TERRENOS DE BAJA RESISTIVIDAD**
- 2) **TERRENOS DE MEDIA RESISTIVIDAD**
- 3) **TERRENOS DE ALTA RESISTIVIDAD**
- 4) **TERRENOS DE MUY ALTA RESISTIVIDAD**

RESULTADOS EN PRUEBAS DE CAMPO

- **DESCENSOS DE RESISTENCIA DE PICAS TRATADAS CON ION-FORTE**
- **EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO CON ION-FORTE CON EL PASO DEL TIEMPO**
- **ION-FORTE FRENTE A PICA SIN TRATAR**
- **CURVAS DE POTENCIAL**
- **COMPATIBILIDAD DE ION-FORTE Y RELLENOS**
- **RESULTADOS EN SITUACIONES ESPECIALES**

ION-FORTE Y EL MANTENIMIENTO DE TOMAS DE TIERRA DATOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO

INTRODUCCIÓN

En determinadas circunstancias, nos vemos ante una limitación de espacio o ante la necesidad de conseguir valores de resistencia lo más bajos posibles u obtener valores de resistencia reglamentarios en terrenos de muy mala resistividad. En todos estos casos necesitamos optimizar al máximo cada uno de los electrodos instalados, haciendo que consigan por individual y en conjunto el mejor valor de resistencia posible.

Así mismo, cada vez más las compañías, preocupadas por la seguridad de las instalaciones, exigen que la resistencia de tierra tenga un valor estable a lo largo de las distintas épocas de año y se vea lo menos afectado posible por el fenómeno de estacionalidad.

Valores bajos y estables de la resistencia de tierra son imprescindibles para evitar cualquier tipo de peligrosidad inherente a las instalaciones eléctricas, pararrayos etc.

Por otra parte, la obligatoriedad de mantener las tomas de tierra requiere disponer de sistemas sencillos y versátiles, de efectuar las correcciones necesarias, a instalaciones efectuadas en su momento, y que a la fecha no están dentro de los requerimientos de seguridad exigibles.

En este contexto y fruto de un importante esfuerzo de investigación surge ION-FORTE, que consigue obtener el máximo rendimiento técnico de un tratamiento de tierra, además de lograr que el resultado obtenido se mantenga muy estable en el tiempo, y casi no le afecten los cambios estacionales.

Comentaremos inicialmente algunos aspectos que influyen en la resistencia de tierra para pasar luego a pormenorizar las forma operativas y los rendimientos de ION-FORTE.

EL TERRENO

La característica esencial del terreno referente a la toma de tierra va a ser su resistividad expresada en Ohm.m y que representa la resistencia que presenta al paso de la corriente eléctrica un cubo de terreno de un metro de lado.

La resistividad del terreno esta influenciada por múltiples factores:

- Naturaleza del terreno.
- Salinidad.
- Estratigrafía.
- Temperatura.
- Humedad.
- Variaciones estacionales.
- Otros factores.

El conocer la naturaleza del terreno suele ser un buen punto de partida a la hora de tener una orientación aproximada de las resistencias del terreno con las que nos vamos a encontrar. (Ver tabla I los valores de resistividad de la naturaleza del terreno).

NATURALEZA DEL TERRENO	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500

Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600

Es obvio que será siempre más complejo y costoso efectuar una toma de tierra sobre un suelo pedregoso que sobre un terreno compuesto por estructuras arcillo-húmicas. Dentro ya de un terreno concreto, esté o no estratografiado y por ello con diferentes composiciones a lo largo de la profundidad en la que están instalados los electrodos de "toma de tierra", el elemento que nos condicionará la conductividad del terreno va a ser la presencia de iones libres, algo íntimamente relacionado con la salinidad del terreno alrededor de los electrodos de toma de tierra.

Así, en terrenos donde la salinidad sea baja, por facilidad de eliminación de las sales solubles por la lluvia, por proximidad a zonas muy lavadas por corrientes de agua, o porque el propio terreno es químicamente poco propenso a tener iones débilmente unidos o en solución, nos vamos a encontrar con una resistividad alta, resistividad que sólo podemos hacer descender mediante tratamientos que conlleven la aportación de compuestos que, permaneciendo básicamente insolubles y estables en el suelo tratado, sean capaces de aportar de forma controlada los iones necesarios para asegurar la conductividad requerida.

LA HUMEDAD DEL TERRENO

Merece la pena hacer una mención especial a la humedad del terreno.

La humedad presente en un terreno va a depender de la aportación de agua que recibe y de su tendencia a eliminarla. La aportación de agua puede ser natural (por ejemplo lluvia) o artificial (por ejemplo riego). Cabe reseñar que se entiende que el agua, para actuar de soporte a la acción de los iones debe de estar en estado líquido, ya que como hemos indicado anteriormente, los iones deben de estar libres y móviles.

Así, en caso de una bajada brusca de las temperaturas, que incluso el terreno, a la profundidad de los electrodos de "tomas de tierra" el agua esta congelada, la posibilidad de conducción (aún estando el terreno saturado de iones) se aminora drásticamente y ello conlleva el aumento incluso brusco de la resistencia que podemos medir. Lo anterior hace que

en general podemos notar un fenómeno de estacionalidad tanto más acusado cuanto más extremado sea el clima en una zona concreta, y así periodos extremadamente calurosos y secos pueden conllevar un aumento neto de la resistencia medida respecto a períodos fríos y húmedos.

Así pues, en terrenos que por su naturaleza química o fisicoquímica tienden a perder agua con facilidad, (en climas donde la aportación de agua por fenómenos atmosféricos es escasa, o las temperaturas tienden a ser altas y/o en épocas del año con bajas lluvias y temperaturas muy altas), podemos encontrarnos que aunque el terreno disponga de las sales necesarias, la resistencia tiende a subir.

La acción de compuestos químicos u otros modificadores del suelo, aumentan la capacidad de retención de agua por el terreno y así lo constatamos en suelos tratados con ION-FORTE, pero en casos o situaciones extremas podría ser conveniente como mantenimiento y para asegurar el buen funcionamiento del sistema la aportación artificial y esporádica de agua al terreno tratado.

ESTACIONALIDAD E ION-FORTE

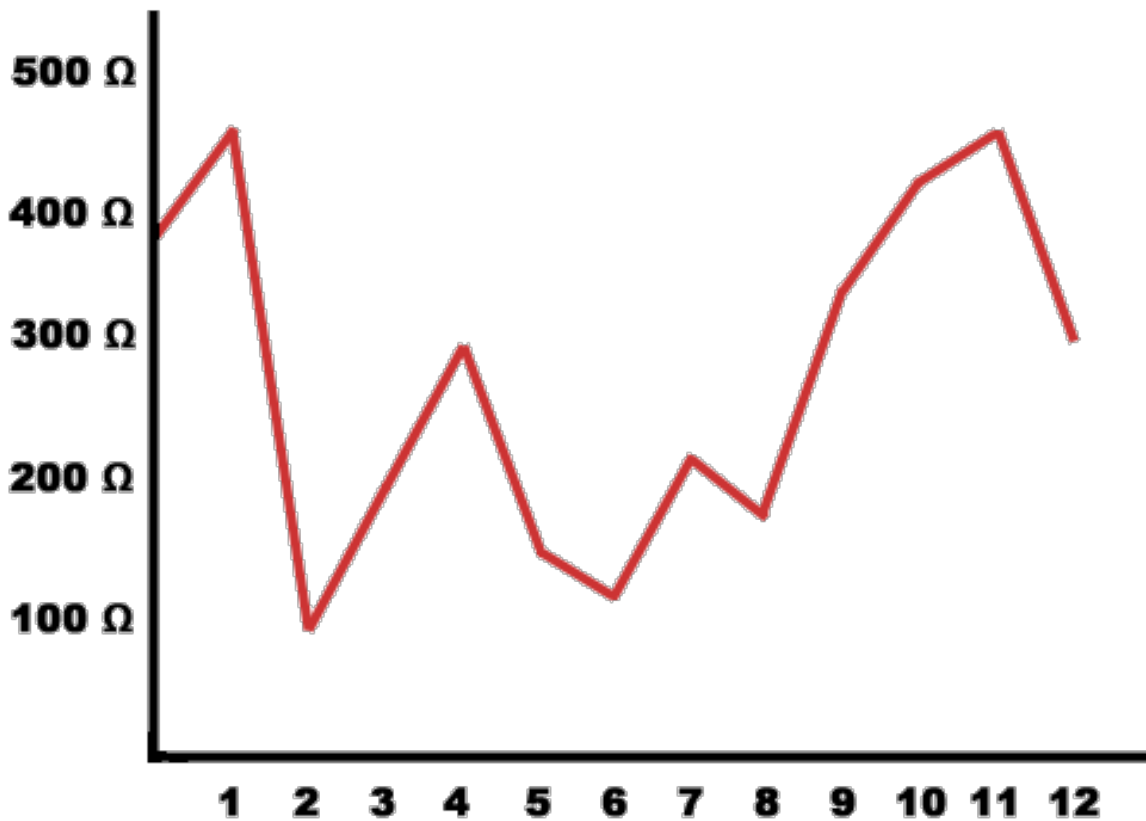
Hacemos hincapié en el insidioso problema de la estacionalidad, ya que puede comportar grandes sorpresas en el comportamiento de instalaciones efectuadas y sobre todo incrementos bruscos e inesperados de la resistencia, disminuyendo de forma drástica la seguridad de la instalación.

En términos generales, la estacionalidad es producto de las variaciones en la resistencia de tierra de una instalación debidas a las variaciones del tiempo atmosférico (lluvia, viento, insolación, temperatura).

Como norma general todo lo que tienda a secar el terreno (ausencia de lluvia, viento, temperatura alta) conllevará un aumento neto de la resistencia.

Hay un error muy común al pensar que en invierno las resistencias serán mucho mejor que en verano, pero hay años en que esto no es cierto, ya que es mucho más determinante la pluviometría que la temperatura, pudiendo tener un invierno frío y seco y un verano caluroso y lluvioso.

Las variaciones estacionales pueden ser muy importantes, como se aprecia en la evolución de la resistencia de una pica de 1,5 metros sin ningún tratamiento durante 12 meses:



A modo de ejemplo, vemos que en este emplazamiento sí hemos efectuado en el mes 2 una instalación de 10 picas de 1,5 metros en línea y separadas 3 metros entre ellas tenemos un valor de resistencia de tierra de 9,8 Ohm valor que cumplirá los requerimientos de muchos tipos de instalaciones.

Sin embargo si esta misma instalación la medimos 9 meses más tarde en una época francamente seca, nos vamos a encontrar con un valor de 45,8 Ohm, es decir, más de cuatro veces y media mayor, que estaría fuera de los requerimientos de la instalación y habría disminuido fuertemente su seguridad.

Como se ve en las gráficas posteriores, especialmente en la que se compara una pica tratada con ION-FORTE y una pica sin tratar, la evolución de la tratada con ION-FORTE muestra un comportamiento excepcionalmente estable.

ION-FORTE pues, contribuirá, no sólo a conseguir fuertes descensos de la resistencia de tierra, sino lo que es más importante, que éstos se mantengan constantes, o con muy escasas variaciones con el paso del tiempo.

ION-FORTE: QUÉ ES Y COMO ACTÚA

ION-FORTE es un producto que incorpora una novedosa tecnología (**Tecnología dendrimer**) en el tratamiento de las tomas de tierra y que se considera por ello un **SÚPER ACTIVADOR** de terrenos.

El tratamiento del terreno en torno al electrodo con ION-FORTE genera descensos en la resistencia de tierra claramente mayores que cualquier activador convencional y muy superiores a todo tipo de rellenos.

Es, adicionalmente, un producto extremadamente sencillo de aplicar y con el que se obtienen rendimientos no obtenibles por otro método.

COMO ACTÚA: ION-FORTE actúa insertándose en el terreno que hay en contacto con los electrodos y generando estructuras con agua intersticial libre. Estas estructuras son capaces de retener de forma poderosa la humedad y aportar altas concentraciones iónicas, que dan grandes incrementos de conductividad.

Sus especiales propiedades higroscópicas le confieren una capacidad de retención de agua superior a la de los geles, y esto hace que minimice el problema recurrente de la variación por estacionalidad, de las resistencias de tierra.

UTILIZACIÓN DE ION-FORTE: ION-FORTE puede aplicarse en cualquier tipo de tomas de tierra, independientemente del uso al que se destine, (alta media y baja tensión, informática, antenas, pararrayos, etc.).

Su aplicación más idónea es para instalaciones con una sola pica y para activación de pozos. También es aplicable a instalaciones con múltiples electrodos siguiendo las recomendaciones que se detallan en procedimiento de ejecución.

Muy útil en labores de mantenimiento ya que no requiere ningún tipo de obra ni instalación adicional.

ION-FORTE Y SUS RENDIMIENTOS

El tratamiento de un electrodo con ION-FORTE conllevará:

- A) Un fuerte descenso de la resistencia de tierra muy superior al de otros compuestos del mercado, incluido TERRAL.
- B) Un aplanamiento de las curvas de potencial alrededor del electrodo muy superior al esperable por el descenso de la resistencia.
- C) Fruto de los dos aspectos anteriores, un intenso descenso de los potenciales de paso y contacto con el consiguiente aumento de la seguridad que ello supone.
- D) Una estabilidad de los resultados obtenidos extraordinaria muy superior a cualquier otro tratamiento o tierra sin tratar, atenuando con ello de forma excepcional el fenómeno de estacionalidad.

INSTRUCCIONES DE USO

UNA DOSIS DE ION FORTE se presenta en dos envases apilables de 25 litros cada uno, lo cual hace un total de 50 litros por aplicación, sobre el electrodo correspondiente.

Adicionalmente adjunto a uno de los contenedores, lleva una unidad de MASSA que servirá para proteger la conexión de cualquier tipo de corrosión.

APLICACIÓN DE UNA DOSIS DE ION-FORTE

El procedimiento es extremadamente sencillo ya que el material (liquido) viene listo para adicionar sobre el terreno sin ninguna manipulación adicional.

MODO DE EMPLEO SEGÚN EL TIPO DE ELECTRODO

Independientemente del electrodo empleado previamente a la adición de ION-FORTE, instalaremos la unidad de MASSA siguiendo fielmente sus instrucciones de uso adjuntas.

Recomendamos así mismo en todos los casos efectuar una medición de resistencia de tierra antes de efectuar el tratamiento y otra una vez finalizado este.

1) EN PICA MACIZA: En torno a la cabeza del electrodo a tratar, efectuar hueco (con capacidad de unos 10 litros) o arqueta para que el liquido penetre en el terreno. Agitar ION-FORTE e ir aportando conforme vaya filtrando en el terreno, hasta efectuar el tratamiento completo de los dos contenedores (50 litros). Esperar el tiempo necesario hasta su penetración total en el terreno, tapar el hueco y compactar.

2) EN CONDUCTORES ENTERRADOS HORIZONTALMENTE: Una vez depositado el electrodo en la zanja, cubrirlo con tierra u otro relleno unos 20 cm. y aplicar ION-FORTE por adición a lo largo del electrodo enterrado. La longitud a tratar con una dosis de ION-FORTE será entre 5 y 7 metros.

3) EN PLACAS ENTERRADAS VERTICALMENTE: Tras instalar la placa y cubrirla con tierra u otro relleno hasta 1-2 cm. de su borde superior, añadir ION-FORTE a lo largo de su canto, para que se distribuya bien por todo el entorno del electrodo. Cuando haya colado todo el liquido, terminar de tapar y compactar.

4) EN ELECTRODO PROFUNDO (PERFORACIONES- POZOS): Una vez efectuado el pozo añadiremos 25 l (una garrafa de ION-FORTE); a continuación añadiremos 50 l. de papilla de bentonita (siempre que el pozo tenga un diámetro entre 10 y 15 cm.) u otro relleno. Seguidamente repetiremos esta secuencia de 25 l. de ION-FORTE y 50 litros de papilla de bentonita hasta rellenar completamente el pozo.

A la hora de instalar ION-FORTE en perforación hay 3 situaciones especiales que hay que controlar:

- 1) Presencia de cuevas y/o grandes oquedades.
- 2) Presencia de corrientes de agua.
- 3) Presencia de roca totalmente compacta.

En los dos primeros casos no añadir ION-FORTE en esas zonas donde seria arrastrado lejos de la zona entorno al electrodo y donde se perdería sin aportar efectos beneficiosos.

En el tercer caso, si la roca es totalmente compacta, el producto no penetra en ella y sólo trata el propio cilindro de perforación. Para que se produzca tratamiento de terreno la roca debe tener un cierto grado de agrietamiento.

En estos 3 casos recomendamos consultar al departamento técnico de Comex.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE TIERRA CON ION-FORTE

A) EN FUNCIÓN DEL TIPO DE INSTALACIÓN

1) Instalación con un único electrodo.

Cuando por limitaciones de espacio o de otro tipo nos vemos obligados a colocar un único electrodo, es lo mas frecuente que una vez instalado no de los valores de resistencia de tierra adecuados. La aplicación de ION-FORTE conseguirá en el electrodo el máximo rendimiento técnicamente posible, por lo que habremos conseguido llevar la instalación hasta la mejor condición de seguridad con las restricciones impuestas.

Notar que ION-FORTE es compatible con cualquier tipo de electrodo, pica, placa, cable, electrodo de grafito, etc.

2) Instalación con varios electrodos.

Cuando se vayan a instalar varios electrodos que vamos a tratar con ION-FORTE, hay que instalarlos de tal manera que los tratamientos sean efectivos en el conjunto (por individual siempre lo serán) y no queden parcialmente anulados por el fenómeno de **Autoinfluencia**. A efectos prácticos debemos guardar unas distancias adecuadas entre electrodos tratados con ION-FORTE y esa distancia va a depender básicamente de la resistividad del terreno.

En terrenos comunes de baja y media resistividad menor de 700 Ohm.m, la distancia entre picas tratadas con ION-FORTE tiene que estar entre 10 y 12 metros (independientemente de que las picas sean de 1, 1,5 o 2 metros).

En terrenos de alta y muy alta resistividad superior a 700 Ohm.m, la distancia entre picas tratadas con ION-FORTE tiene que estar entre 20 y 25 metros.

3) instalaciones con electrodo profundo.

En instalaciones donde por la resistividad del terreno hemos tenido que efectuar electrodos en profundidad (pozos), podemos efectuar tratamientos del terreno en torno a la perforación, naturalmente antes de añadir el relleno o a la vez que se efectúe éste, puesto que una vez rellenado el pozo, los tratamientos ya no penetrarían mas allá de 2- 3 metros.

Cuando se instale más de un electrodo hay que guardar las distancias mínimas de entre 1 y 1,5 veces la profundidad del mayor de los electrodos.

B) EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TERRENO

1) TERRENOS DE BAJA RESISTIVIDAD (Valor de pica de 2 m. instalada, menor de 50 Ohm).

Entendemos por baja resistividad las situaciones en las que instalada una pica de 2 metros en el terreno, ésta tiene un valor de resistencia inferior a 50 Ohm. Para estos casos la utilización de ION-FORTE en cada electrodo instalado aporta:

- Atenuación del fenómeno de estacionalidad (variaciones de resistencia según la época del año).
- Más seguridad, al disminuir las corrientes de paso y contacto.
- Descenso neto de la resistencia del electrodo tratado (cabe esperar que la resistencia sea la mitad o menos que el electrodo sin tratar).

2) TERRENOS DE MEDIA RESISTIVIDAD (Valor de pica de 2 m. instalada, menor de 400 Ohm).

Entendemos por media resistividad las situaciones en las que instaladas picas de 2 metros y separadas 10 - 12 m. entre ellas, éstas tienen un valor de resistencia individual entre 50 y 400 Ohm. Para estos casos:

- Instalando 3 picas en línea de 2 m. y 3 unidades de ION-FORTE con una distancia entre picas de 10-12 m. obtendrá una resistencia entre 10 y 20 Ohm.
- Instalando 6 picas de 2 m. y 6 unidades de ION-FORTE con una distancia entre picas de 10 - 12 metros obtendrá una resistencia entre 5 y 10 Ohm.

3) TERRENOS DE ALTA RESISTIVIDAD (Valor de pica de 2 m. instalada, entre 400 y 1000 Ohm).

Entendemos por alta resistividad las situaciones en las que, instalada una pica de 2 metros en el terreno, ésta tiene un valor de resistencia de tierra entre 400 y 1000 Ohm. PARA ESTOS CASOS LA METODOLOGÍA DE TRABAJO ACONSEJADA ES:

- 1) Instalar 3 picas preferiblemente de 2 m, (si el terreno no lo permite colocar de menor longitud) en línea, unidas por conductor, con una distancia entre picas de 20-25 metros) y medir la resistencia del conjunto.
- 2) Tratar cada una de las 3 picas con una unidad de ION-FORTE y medir la resistencia del conjunto.
- 3) Dividir el valor de tierra del conjunto post-tratamiento con ION-FORTE por el valor de la resistencia requerida. El Valor obtenido nos da el número de veces aproximado que hay que repetir la instalación (3 picas con tres tratamientos) para obtener el valor de tierra deseado. **EJEMPLO :**

Valor de tierra del conjunto de las 3 picas sin tratar.....170 Ohm
Valor requerido.....10 Ohm
Valor post-tratamiento.....20 Ohm
Cociente $20 / 10 = 2$

Conclusión : Para obtener 10 Ohm tendríamos que instalar 6 picas con 6 tratamientos.

Notar que resolverlo con picas sin tratar nos supondría instalar 51 picas.

4) TERRENOS DE MUY ALTA RESISTIVIDAD (Valor de pica de 2 m., mayor de 1000 Ohm).

Nos encontramos en muy alta resistividad con valores de tierra para pica de 2 metros superiores a 1000 Ohm. En estos casos, si bien también puede plantearse la metodología expuesta en ALTA RESISTIVIDAD, sobre todo para valores entre 1000 y 2000 Ohm. En general el sistema de elección sea efectuar un estudio **GEOELECTRICO** de cara a ver la idoneidad de efectuar electrodos en profundidad (pozos).

Efectuado el estudio y diseñados los pozos a realizar aconsejamos la utilización de ION-FORTE para el tratamiento y máxima activación del terreno en los alrededores de la perforación, previo a la adición del relleno de compactación que recubrirá el electrodo y lo unirá al terreno.

La forma de activar con ION-FORTE es tan sencilla como llenar totalmente la perforación con el liquido de ION-FORTE y esperar a que cuele por las paredes del pozo para, a continuación, añadir el relleno mezclado con agua hasta hacer una papilla con espesado adecuado.

RESULTADO EN PRUEBAS DE CAMPO

1. Descenso de resistencia de picas tratadas con ION-FORTE.

A modo de ejemplo, se muestran los descensos de resistencia de picas de 1 metro instaladas en terrenos de resistividad media (mostramos los valores antes y después del tratamiento con ION-FORTE):

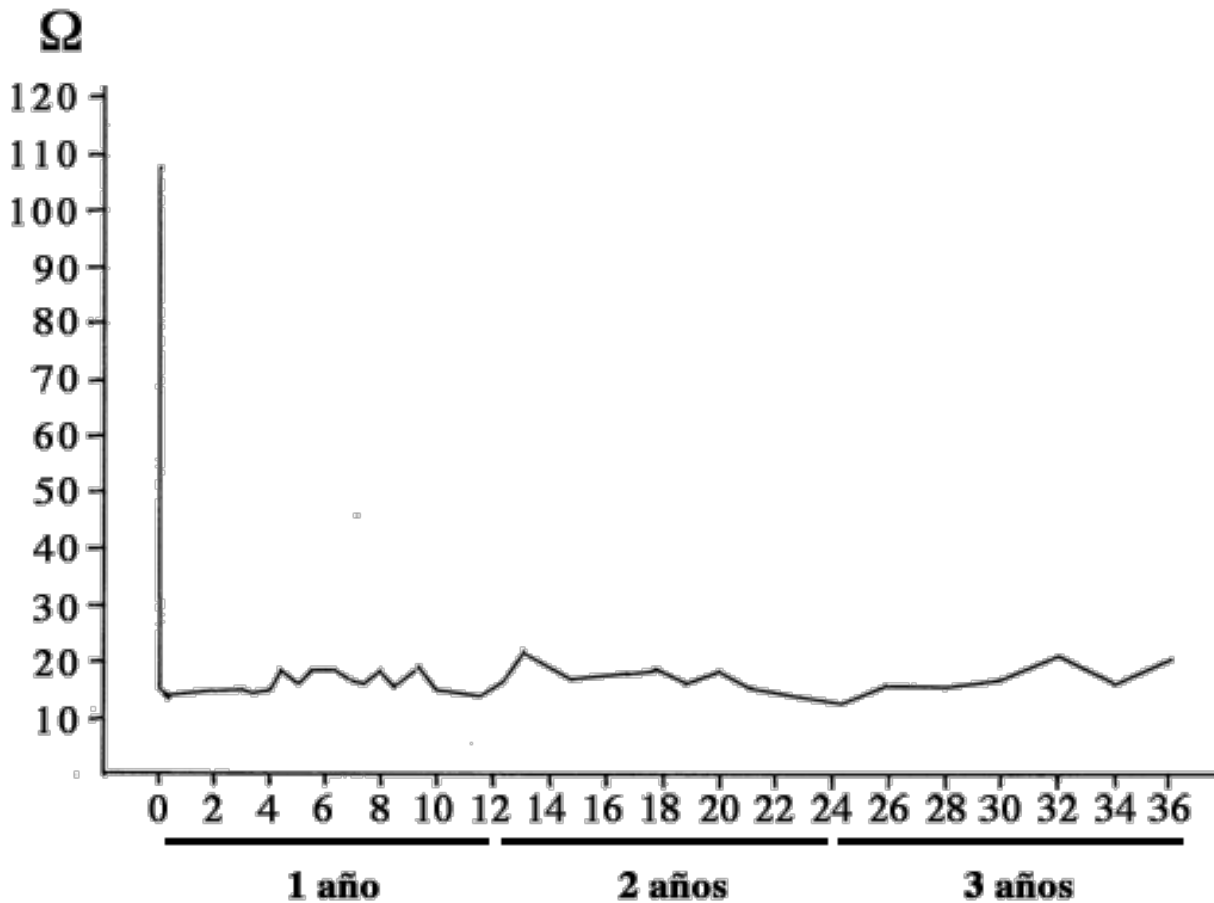
Resistencia Pre-tratamiento en Ohm	Resistencia Post-tratamiento en Ohm
112,7	18,6
70	6
107	18,4
120	3,2
132	21

2. Evolución del tratamiento de ION-FORTE con el paso del tiempo.

Se trató una pica de 1 m. con ION-FORTE y se midió el valor de la resistencia de tierra con el paso del tiempo para evaluar su estabilidad.

- Resistencia de tierra pre tratamiento.....107,5 Ohm
- Resistencia de tierra post tratamiento ION-FORTE.....14,9 Ohm
- Resistencia de tierra tras 1 día post tratam ION FORTE.....14,9 Ohm

- Resistencia de tierra tras 10 días post tratam ION FORTE....
14,3 Ohm
- Resistencia de tierra tras 26 días post tratam ION FORTE....
14,2 Ohm
- Resistencia de tierra tras 55 días post tratam ION FORTE....
14,6 Ohm
- Resistencia de tierra tras 85 días post tratam ION FORTE....
14,9 Ohm
- Resistencia de tierra tras 103 días post tratam ION FORTE..
14,1 Ohm
- Resistencia de tierra tras 116 días post tratam ION FORTE..
14,9 Ohm
- Resistencia de tierra tras 131 días post tratam ION FORTE..
18,8 Ohm
- Resistencia de tierra tras 145 días post tratam ION FORTE..
15,6 Ohm
- Resistencia de tierra tras 160 días post tratam ION FORTE..
18,6 Ohm
- Resistencia de tierra tras 174 días post tratam ION FORTE..
18,3 Ohm
- Resistencia de tierra tras 191 días post tratam ION FORTE..
18,2 Ohm
- Resistencia de tierra tras 207 días post tratam ION FORTE..
16,5 Ohm
- Resistencia de tierra tras 220 días post tratam ION FORTE..
16,7 Ohm
- Resistencia de tierra tras 241 días post tratam ION FORTE..
18,9 Ohm
- Resistencia de tierra tras 254 días post tratam ION FORTE..
15,9 Ohm
- Resistencia de tierra tras 280 días post tratam ION FORTE..
19,0 Ohm
- Resistencia de tierra tras 305 días post tratam ION FORTE..
15,1 Ohm
- Resistencia de tierra tras 351 días post tratam ION FORTE..
14,2 Ohm
- Resistencia de tierra tras 365 días post tratam ION FORTE..
17,0 Ohm



Notar que la evolución con el paso del tiempo es casi una línea recta, no mostrando prácticamente el fenómeno de estacionalidad, con el aumento de seguridad que ello comporta.

Si comparamos esta gráfica con la mostrada por TERRAL (gráfica 1 de Informe técnico de TERRAL), vemos que ION-FORTE mejora las buenas prestaciones de TERRAL.

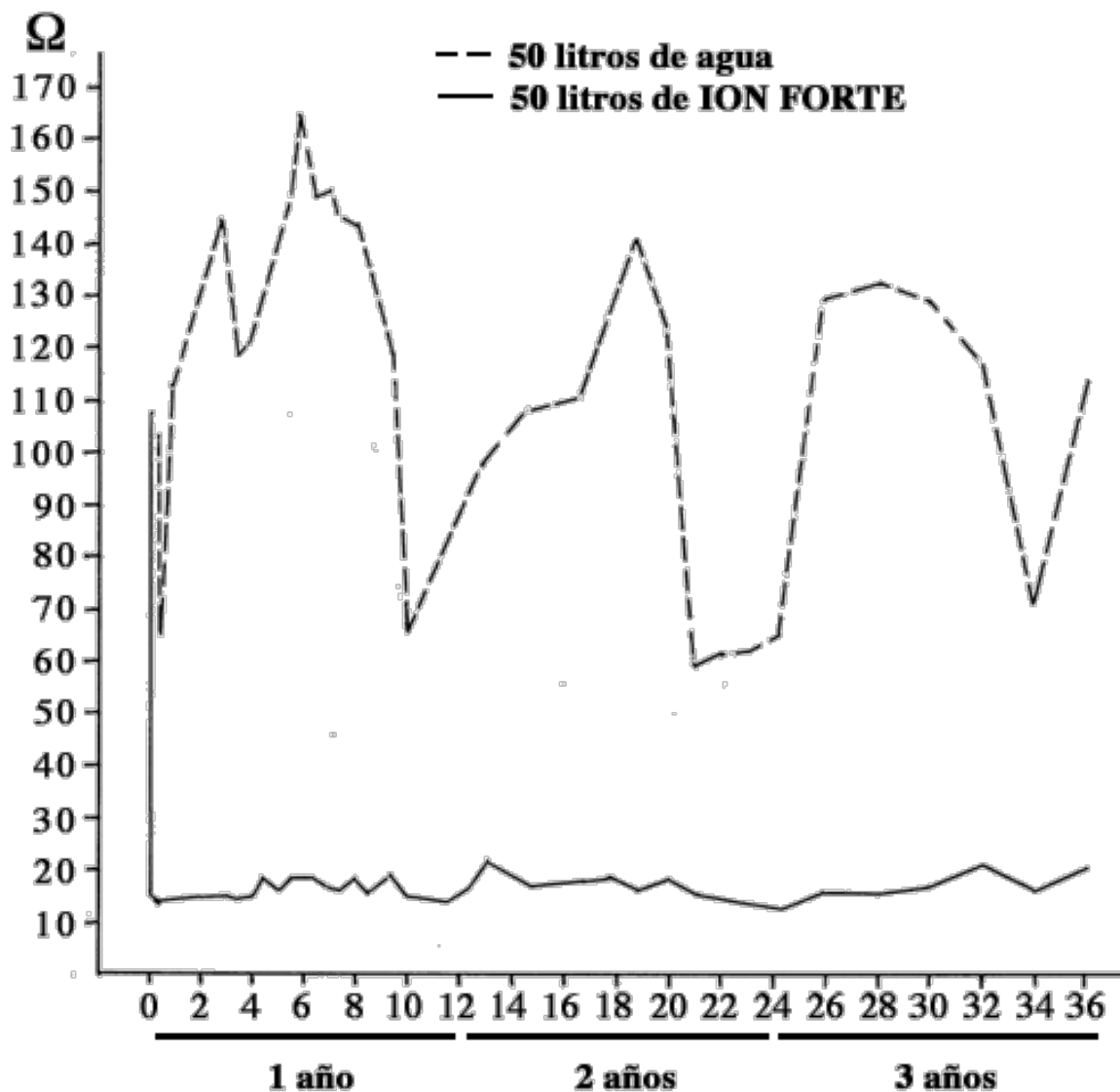
3. Comparación de pica tratada con ION-FORTE y pica sin tratar (simplemente añadiendo 50 l. de agua).

Comparamos dos picas de 1 m. en terreno homogéneo y relativamente húmedo, una de las cuales recibirá un tratamiento de 50 litros de ION-FORTE y la otra no será tratada a nivel iónico, pero si recibirá 50 litros de agua.

Se medirá su evolución con el paso del tiempo.

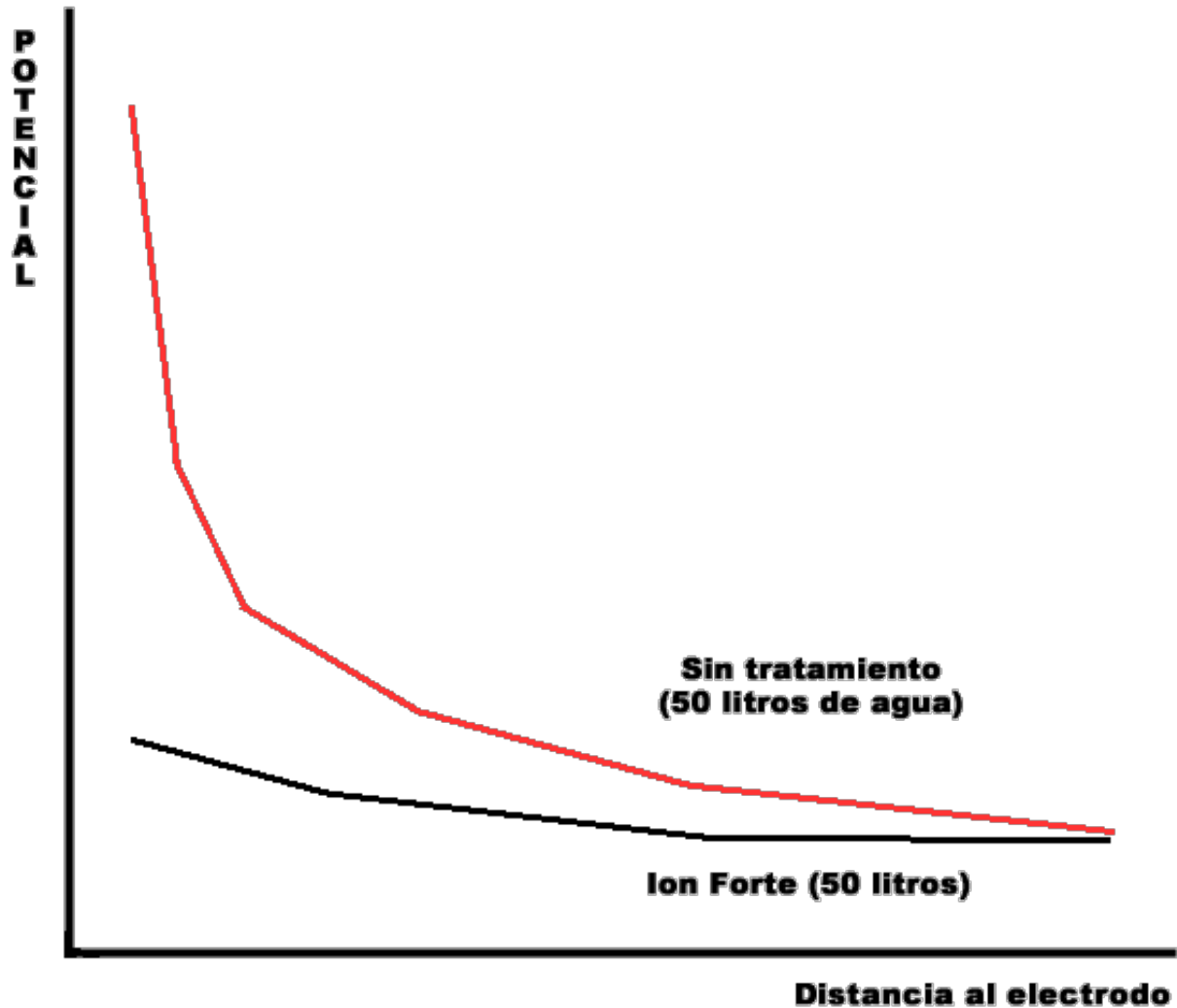
	Trat. con ION-FORTE en Ohm	Sin tratar (Adición de 50l. Agua) en Ohm
Pre Tratamiento	107,5	104
Post tratamiento	14,9	65
Tras 10 días	14,3	97
26 días	14,2	114

55 días	14,6	129
85 días	14,9	145
103 días	14	119
116 días	14,9	121
131 días	18,7	132,2
145 días	15,5	139,6
160 días	18,6	148,5
174 días	18,3	165,1
191 días	18,2	149,1
207 días	16,5	150,7
220 días	16,7	146
241 días	18,4	144
254 días	15,9	104
280 días	19	120
305 días	15,1	65
351 días	14,2	84,4
365 días	17,05	91,7



4. Curvas de potencial de una pica sin tratar y tratada con ION-FORTE.

Sobre una pica de 1 m. sin tratar y otra tratada con ION-FORTE se hace una valoración de su curva de potencial en ambos casos en los mismos puntos y en la misma dirección.



Como puede verse, el aplanamiento de la curva es incluso superior al que cabría esperar por el descenso de la resistencia, lo cual indicará que aun ante las peores condiciones hayamos mejorado la seguridad sustancialmente.

5. Compatibilidad de ION-FORTE y TERRAL.

En todas las circunstancias los tratamientos con ION-FORTE darán descensos de la resistencia de tierra más acusados que los obtenidos con TERRAL. Así podemos ver el caso de dos picas en paralelo en un terreno relativamente homogéneo:

- Pica A sin tratar..... 110 Ohm
- Pica A tras tratamiento con TERRAL..... 27 Ohm
- Pica B sin tratar..... 119 Ohm
- Pica B tratada con ION-FORTE..... 15,6 Ohm

Los tratamientos con TERRAL son absolutamente compatibles con ION-FORTE y de hecho picas ya tratadas con TERRAL vuelven a descender su resistencia cuando son tratadas con ION-FORTE.

Picas tratadas con TERRAL	Picas tratadas con TERRAL y posteriormente con ION-FORTE
20 Ohm	10 Ohm
18 Ohm	7 Ohm

6. Compatibilidad de ION-FORTE y rellenos.

En el empleo de algunos electrodos, placas, electrodos de grafito, cables, pozos, es una practica común el empleo de rellenos, por ejemplo bentonita, carbón, grafito, etc. que efectivamente contribuyen a facilitar la interacción y unión del electrodo con el terreno pero que en sí mismo no son activadores de terreno y por ello su acción se circunscribe al sitio donde físicamente están ubicados. También existen preparados comerciales cuya acción es básicamente la de relleno.

Todo este tipo de productos son absolutamente compatibles con ION-FORTE ya que no existe interacción química entre ellos y los compuestos de ION-FORTE.

Sobre cualquiera de ellos ION-FORTE ejercerá plenamente su acción consiguiendo descensos en la resistencia de tierra notablemente superior a los que darían los mencionados rellenos y complementando plenamente su acción.

RESULTADOS EN SITUACIONES ESPECIALES

En determinadas circunstancias la estructura natural o artificial del terreno en torno al electrodo hace que ION-FORTE no pueda ejercer completamente su acción y los resultados sean más bajos de lo esperable.

Así vemos un par de ejemplos con picas de 1 metro tratadas con ION-FORTE:

	Pre-tratamiento	Post-tratamiento	% descenso
Caso 1	242 Ohm	139 Ohm	43 %
Caso 2	83,2 Ohm	34,6 Ohm	58 %

En ambos casos el descenso de resistencia es significativo pero menos de lo que cabría esperar en condiciones normales. (Hay que advertir, sin embargo, que el descenso con ION-FORTE también en estos casos es mayor que con otros tratamientos, así en el caso 1 que previamente se trató con otro preparado el resultado fue de 160 Ohm)

La generación de estos descensos menores de lo habitual se deben fundamentalmente a:

1) Presencia de rocas compactas extensas, cercanas en profundidad a la pica instalada.

2) Presencia de obstáculos físicos naturales o artificiales en la semiesfera donde se inserta ION-FORTE alrededor del electrodo que impide su correcto asentamiento, justo en las zonas más cercanas de evacuación del electrodo.

Esto se verá en casos como:

- Muro cimentación o zapata pegada al electrodo.
- Grandes tuberías muy próximas al electrodo.
- Grandes rocas discretas junto al electrodo (se trata de una gran roca, no de pequeñas rocas, cantos rodados etc).

3) Zonas de rellenos de escombros groseros sin asentar o mal asentado con huecos.

Todos estos casos tienen la característica común de que si bien ION-FORTE va a actuar correctamente en las partes donde efectivamente pueda hacerlo, gran parte de la semiesfera más cercana al electrodo (que es la que más contribuye al descenso de la resistencia) no será operativa y con ello el descenso logrado será menor.

Como idea general a la hora de instalar y si se tiene posibilidades deben evitarse este tipo de situaciones. En instalaciones ya realizadas y en mantenimientos habría que tener presente estas circunstancias.

ION-FORTE Y MANTENIMIENTO DE LAS TOMAS DE TIERRA

La importancia de la revisión periódica y mantenimiento de las tomas de tierra viene reflejado en el :

" REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN "

MIE. BT 039 p 14.

10-.REVISIÓN DE TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

*Personal, técnicamente competente, **efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté más seco.** Para ello, se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren.*

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

A tenor de lo reglamentado, es pues, preceptiva, la comprobación periódica de los elementos de la toma de tierra y su correspondiente mejora hasta obtener las resistencias necesarias.

Por sus especiales características, y por tratarse en la mayoría de los casos de obras ya realizadas, nos podemos encontrar con que :

- Es costoso descubrir toda la instalación.
- Se desconoce la ubicación de los electrodos.
- Las instalaciones de tierra pueden estar muy deterioradas, etc.

Si tras una primera inspección y medición de resistencias presumimos que no hay un manifiesto deterioro de las instalaciones y que la alta resistencia no es debida a esta causa , el camino más simple y económico será efectuar un tratamiento con ION-FORTE por la arqueta de registro si existe, o bien localizar un electrodo de la instalación donde podamos aplicar ION-FORTE y comprobar una vez tratado si el resultado esta dentro de lo admisible para esa instalación.

En muchos casos este simple tratamiento nos va a permitir solucionar el problema planteado sin necesidad de acometer obras complicadas y costosas.

Si a pesar del primer tratamiento no se obtienen las resistencias deseadas se procederá:

- O bien hacemos una nueva instalación.
- O bien desenterramos la instalación preexistente.

En el caso de desenterrar la instalación vieja podemos ampliarla con más electrodos en paralelo o bien tratar electrodos adicionales (al de la arqueta) con ION-FORTE.

DATOS Y NORMAS DE SEGURIDAD Y ALMACENAMIENTO

ION-FORTE es un producto no peligroso, pero como cualquier producto químico se recomienda:

- No ingerir.
- Evitar el contacto con la piel, ojos y mucosas.
- En caso de contacto lavar abundantemente con agua.
- No poner al alcance de los niños.
- En ningún caso reutilizar el envase.

ION-FORTE no es un producto contaminante, ni agresivo para tierra o aguas, pero podría originar algún daño a plantas adjuntas al lugar de aplicación por puro choque osmótico.

ION-FORTE no requiere ninguna condición especial de almacenamiento, aunque es aconsejable un lugar fresco y seco a salvo de golpes.