

SISTEMA COMEX

Informe Tecnico



**LA ÓPTIMA SOLUCIÓN PARA
LAS TOMAS DE TIERRA**

ÍNDICE

	Pagina
1 - INTRODUCCIÓN	3
2- COMPOSICIÓN DEL SISTEMA -COMEX	4
3- CARACTERÍSTICAS DEL GRAFITO	5
4- ELECTRODO DE GRAFITO	6
5 – ION-FORTE QUE ES Y COMO FUNCIONA	7
6 - MASSA	8
7 – OPERATIVIDAD DEL SISTEMA COMEX	9
8 – INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN	10
9 - RESULTADOS	12
10 – INSTALACIONES DE TIERRA COMPLEJAS	14
11 – PERDURABILIDAD DE LAS INSTALACIONES	19
12 – PRESUPUESTACION DE TOMAS DE TIERRA	20
13 – DATOS Y NORMAS DE SEGURIDAD	21

1) INTRODUCCIÓN

Es relativamente frecuente en el sector, tener que acometer una instalación de toma de tierra sin tener datos sobre el tipo de terreno (resistividad, presencia de piedra y /o rocas etc.)

Por otra parte las propias ingenierías, que tiene que especificar la instalación a realizar, se encuentran con la misma falta de datos y con el agravante de que no pueden ir modificando la especificación conforme se van ejecutando trabajos

Tanto para los instaladores como para las ingenierías resulta un claro problema tener que presupuestar en estas condiciones

Si bien la casuística puede ser muy compleja el sector demandaba un Sistema tipo de instalación que resolviera el problema en un porcentaje alto de casos y que al estar totalmente definido fuera fácilmente presupuestable

Con la intención de satisfacer esa demanda surge el SISTEMA COMEX que contiene todos los elementos requeridos para efectuar la instalación de toma de tierra, a un precio fijo, con los trabajos a ejecutar perfectamente documentados y con la posibilidad de presupuestar adecuadamente

Desde el punto de vista operativo los resultados hacen que estemos dentro de norma en la mayoría de los terrenos

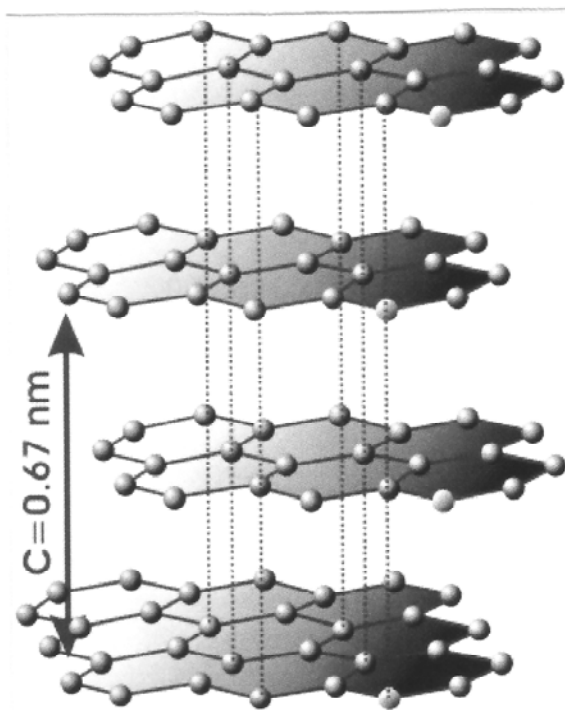
Adicionalmente la instalación es muy sencilla, llevando incluso algunas partes premontadas y no requiere mano de obra especializada

2) COMPOSICIÓN DEL SISTEMA COMEX

El SistemaComex se compone de los siguientes elementos

3 ELECTRODOS DE GRAFITO	 x 3
3 UNIDADES DE ACTIVACIÓN ION-FORTE + 3 MASSA	 x 3
1 ARQUETA CON BARRA CU EQUIPOTENCIAL 300 x 300 m/m 6 CONTACTOS M 10	
2 ARQUETAS DE VISITA Y MANTENIMIENTO 200 x 200 m/m	 X 2
3 TUBOS DE P. V. C. 120 REVISIÓN Y MANTENIMIENTO	 X 3
1 CABLE CU 50 m/m CON TERMINAL ENGASTADO 1 m 2 CABLE CU 50 m/m CON TERMINAL ENGASTADO 12 m	

CARACTERÍSTICAS DEL GRAFITO



Estructura laminar del grafito (ABAB). Entre capas la interacción es débil, siendo la distancia de 3.35 Å, mientras que los enlaces carbono-carbono son de 1.42 Å

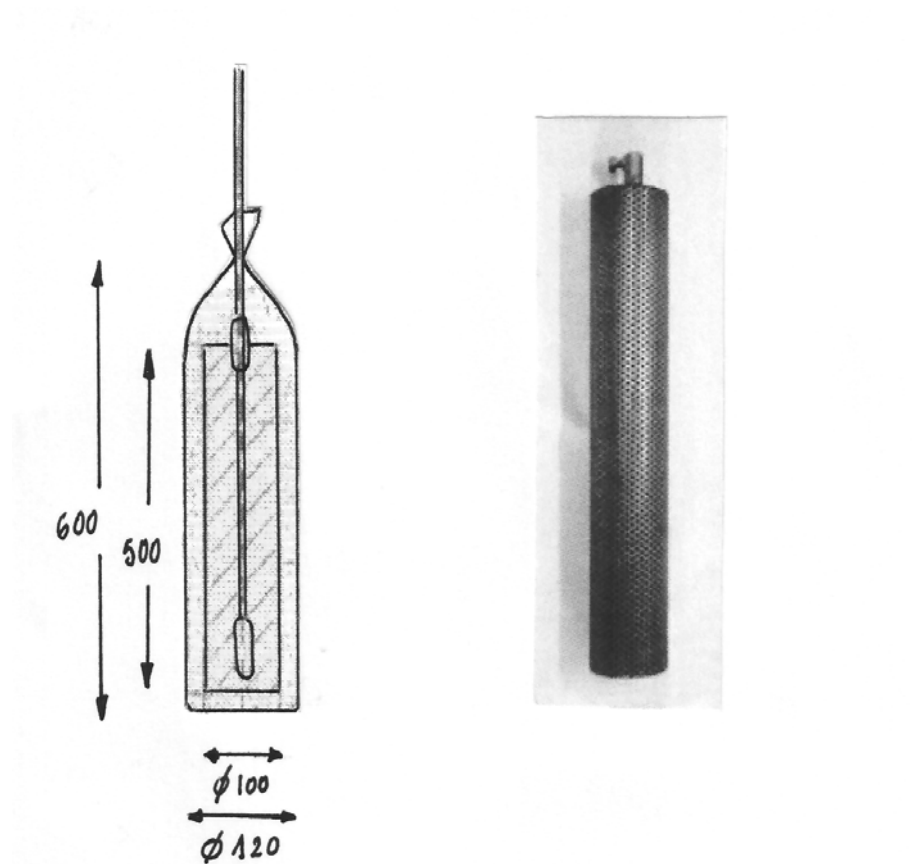
El grafito es una estructura tridimensional de átomos de carbono que forman capas paralelas, apiladas una encima de la otra

Al estar formado por carbono, estamos ante un elemento no metálico y que por sus características no va a sufrir ningún tipo de corrosión

Adicionalmente esta peculiar estructura en capas hace que se formen grandes bandas de conducción que conlleva que se comporte como un conductor análogo a los metales

Se junta pues en este material alta conductividad y ausencia de corrosión por lo que, en un entorno tan peculiar como es la tierra sin duda es el material de elección

ELECTRODO DE GRAFITO



Nuestro electrodo esta formado por grafito rígido en forma de ánodo con un relleno conductor para facilitar la intimación con el terreno

El electrodo, adicionalmente tiene un diámetro grueso y viene reforzado por una camisa protectora metálica, eso no solo elimina cualquier deterioro por ruptura en el transporte o instalación, sino que también prácticamente descarta un problema que suelen presentar los electrodos de grafito no protegidos que es la corrosión por filtración de agua

Sus características técnicas, son:

- Composición: Grafito
- Dimensiones internas: 500 m m de altura x 100 m m de diámetro
- Dimensiones externas: 600 m m x 120 m m de diámetro
- Peso: 8, 3 kg.
- Conexión a cable : Tronillo M 8 en manguito de unión

ION-FORTE QUE ES Y COMO ACTÚA



2 X 25 LITROS + MASSA

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 intensamente higroscópicas. 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.

MASSA



MASSA es un equilibrado conjunto de compuestos de naturaleza adhesiva especialmente diseñado para unirse a metales, (cobre, hierro, latón etc.). De tal manera que estos queden totalmente protegidos tanto del agua líquida con o sin electrolitos, como de la humedad ambiental, el oxígeno gas o disuelto así como otros elementos corrosivos más severos.

Así mismo al evitar la presencia de agua alrededor de una conexión con elementos metálicos de distinta naturaleza evitamos por completo el par galvánico.

MASSA aplicada correctamente envuelve por completo el punto de conexión y se pega a todos los elementos metálicos que concurren en ella.

Se adhiere por tanto a los manguitos, como a los cables generando inicialmente una estructura flexible, pero que pasados 15-30 minutos tomará la resistencia de una estructura compacta aislando todo interior de cualquier fluido externo.

Una vez instalado y tras su endurecimiento **MASSA** confiere a la conexión

- PROTECCIÓN FÍSICA
- PROTECCIÓN QUÍMICA
- PROTECCIÓN BACTERIOLÓGICA
- PROTECCIÓN CONTRA EL PAR GALVÁNICO

Es capaz pues de evitar toda una serie de fenómenos que por separado y sinérgicamente son capaces de generar un enorme deterioro en un punto tan sensible de la instalación.

Notar adicionalmente que la naturaleza de los compuestos de **MASSA** hace que sean inalterables no solo en las condiciones típicas de los terrenos sino cuando estos son modificados con diferentes tratamientos.

Por supuesto **MASSA** es totalmente compatible con el tratamiento de tierras con TERRAL-LÍQUIDO, ION-FORTE, PROGAS.

OPERATIVIDAD DEL SISTEMA COMEX

El Sistema Comex es un sistema completo y autónomo por lo que para efectuar la toma de tierra no necesitaremos proveernos de ningún elemento adicional. Una vez que se haya efectuado la correspondiente obra civil, (tres pozos y los 22 metros de zanja) solo necesitaremos las herramientas normales para efectuar la instalación

La instalación del Sistema Comex supone una toma de tierra de muy altas prestaciones, ya que junto a las características de no corrosión aportadas por el grafito (y con ello una instalación perdurable durante décadas) añadimos la capacidad de activadora del ION-FORTE y con ello un descenso máximo de la resistencia de tierra.

Adicionalmente a lo anterior se tratará de una instalación minimamente inductiva y por ello la adecuada para situaciones donde tengamos corrientes transitorias de muy alta frecuencia. Será pues la toma de tierra de selección para:

- Pararrayos
- Informática
- Telecomunicaciones
- Sistemas con gran cantidad de electrónica

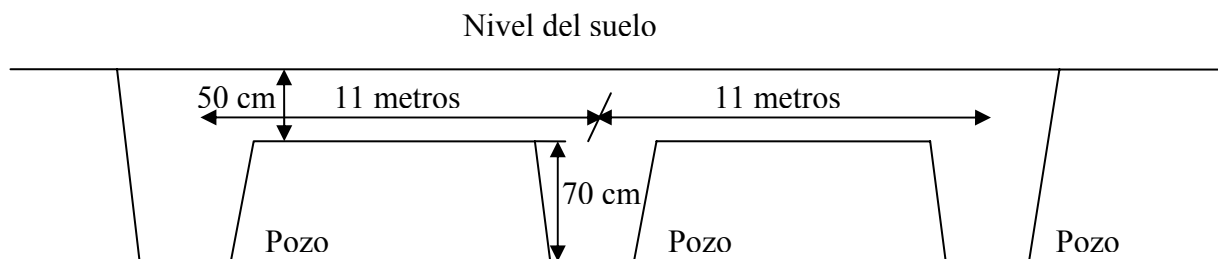
Por otra parte en terrenos rocosos donde tenemos que hacer excavaciones para poner los electrodos (zonas en la que no es posible hincar picas) el Sistema Comex es el método de elección ya que elimina cualquier posible corrosión como tienen las placas, estrellas u otros electrodos metálicos con lo cual su mantenimiento es mucho menos, generando mayor seguridad y fiabilidad de la instalación

El Sistema Comex tiene varias ventajas

- Consigue drásticos descensos de la resistencia de tierra
- Es muy poco inductivo y por tanto idóneo para tomas de tierra de pararrayos, telecomunicaciones, electrónica, etc.
- Es fácil de comprobar la resistencia y operatividad del conjunto y de cada una de las unidades por separado (pudiendo detectar en todo momento desconexiones, roturas, etc.)
- Es muy fácil de presupuestar

INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN

Antes de instalar el Sistema Comex hay que proceder a efectuar la obra civil correspondiente que consistirá en una zanja de 24 metros de longitud aproximadamente con 3 pozos (de 1 metro de diámetro y 70 cm. de profundidad) que estarán ubicados en los extremos y centro de la zanja



Una vez lista la obra civil procederemos a la instalación del Sistema Comex

- 1) Sacamos un electrodo de grafito de su caja y descartamos esta y la bolsa de plástico que lo envuelve
- 2) Desatamos el saco y vaciamos parte del relleno conductor hasta que quede al descubierto el manguito de conexión
- 3) Unimos el conductor de 1 metro de toma de tierra al manguito
- 4) Siguiendo fielmente la instrucciones de MASSA que van junto a ella, instalamos la MASSA y dejamos endurecer (La MASSA esta en un bote fijado al asa de uno de los bidones de ION-FORTE)
- 5) Volvemos a añadir el relleno conductor y atamos el saco
- 6) Este se deposita verticalmente en el pozo central
- 7) Repetimos la operación 1 a 5 de forma análoga con los otros dos electrodos de grafito y los correspondientes cables de 12 metros de longitud
- 8) Se colocan los dos electrodos en los respectivos pozos de los extremos de la zanja y se estira el cable a lo largo de la zanja haciendo confluir en la zona del pozo central (para unirlo a la regleta equipotencial

- 9) Rellenar cada uno de los pozos hasta el extremo superficial del saco y procurando que no haya huecos entre el electrodo y la tierra añadida

En principio no es muy aconsejable emplear la tierra extraída ya que suele ser de mala calidad, en todo caso antes de añadirla quitar todas las piedras y material grosero que tenga.

Lo mas aconsejable es emplear tierra de labor de un campo cercano o tierra vegetal (también se puede emplear carbón, mezclas de este con bentonita o grafito en polvo, pero eso suele producir un sobre coste sin rendimientos adicionales.)

- 10) Justo en la zona superior del saco por donde sobresale el cable ir incorporando una de las garrafas contenedores de ION-FORTE y cuando este haya colado completamente añadir el otro hasta completar el tratamiento de 50 litros

Esperar a que cuele completamente todo el líquido

- 11) Tapar completamente el hueco escavado hasta la altura de la zanja y compactar ligeramente

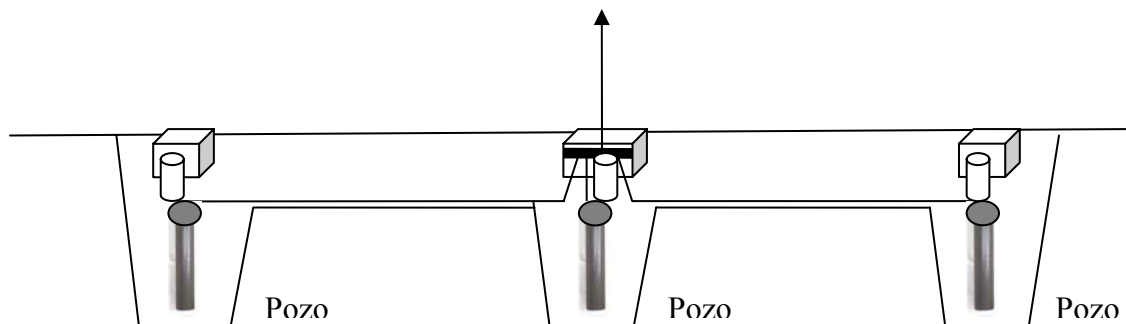
- 12) Tapar y compactar la zanja excepto en la zona de los pozos (se puede emplear el mismo material extraído eliminando completamente las piedras)

- 13) En la zona de los pozos poner el tubo de plástico vertical y justo encima de la cabeza del electrodo. Una vez colocado se rodea de tierra y se compacta

- 14) Colocar las arquetas. Las dos pequeñas en los extremos y la grande con regleta equipotencial en el centro

- 15) En la arqueta del centro unir a la regleta de 3 cables de los tres electrodos

- 16) Terminar de rellenar con tierra o encarcelar los exteriores de las arquetas



- 17) Medir según procedimiento de medición adecuado (ver procedimiento de medición de tomas de tierra en nuestra Web www.tomasdetierra.com o solicitar a Comex) la toma de tierra resultante y notar que se puede medir también por separado cada uno de los electrodos simplemente desconectando de la regleta equipotencial

- 18) Unir a la regleta equipotencial los puntos de puestas a tierra correspondientes a los sistemas a proteger

RESULTADOS

Se muestran a continuación y para que sirva de orientación, datos de algunas aplicaciones practicas en las que se compara el valor de una pica de 2 metros con el obtenido por un Sistema Comex instalado en el mismo terreno

VALOR PICA 2 METROS

VALOR TRAS INSTALAR

SIN TRATAMIENTOS

SISTEMA COMEX

321 Ω

14,7 Ω

526 Ω

24,6 Ω

96 Ω

4,3 Ω

149 Ω

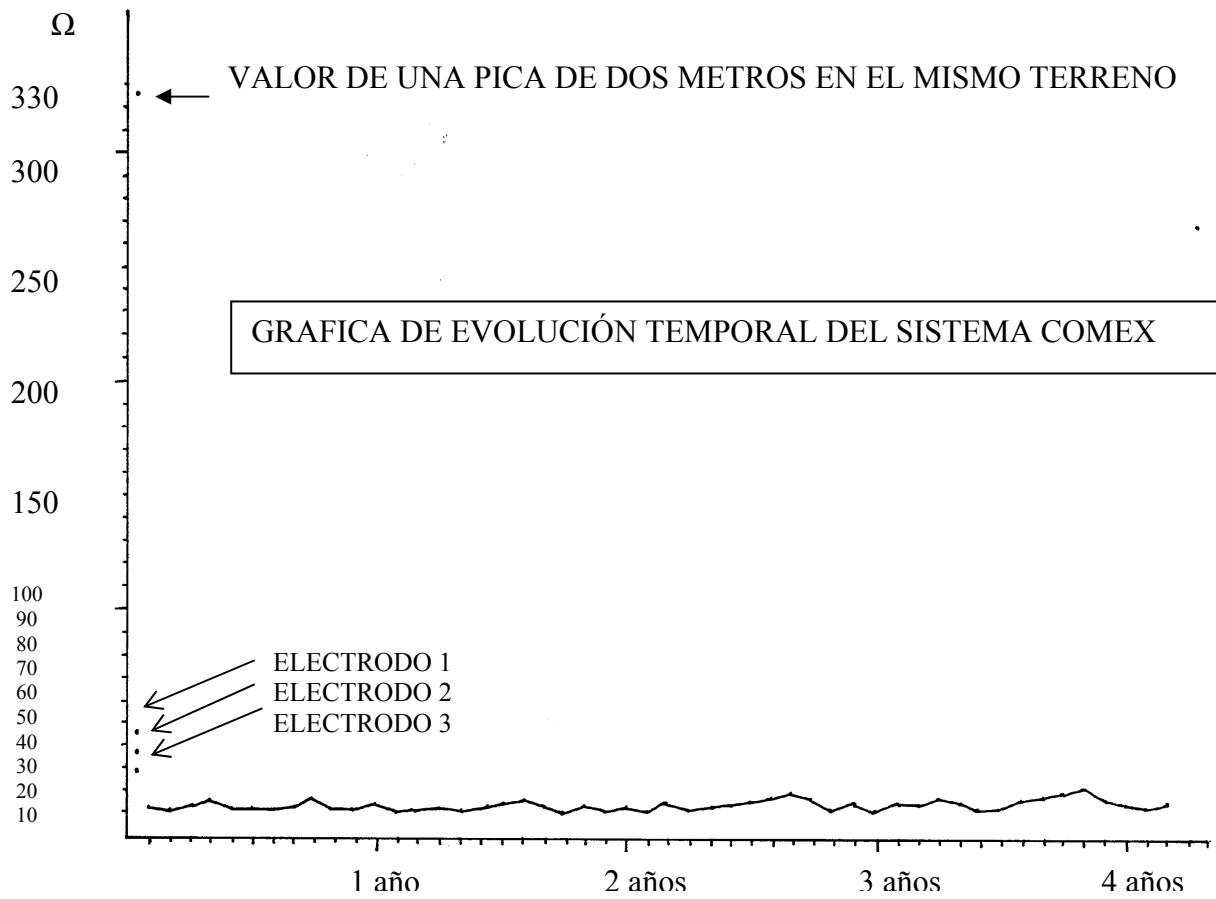
8,3 Ω

Exponemos adicionalmente una tabla para que pueda servir de orientación de especificación en terrenos convencionales (incluso pedregoso) pero sin roca compacta

En esta tabla se compara el valor obtenido con la instalación de un Sistema Comex según las instrucciones su procedimiento y se indica una medida de valores obtenidos en distintas instalaciones para unas características de terreno que vienen indicadas en el valor previo (valor de una pica de 2 metros hincada previamente en ese mismo terreno)

TABLA DE RENDIMIENTOS

VALOR PICA DE 2 METROS	VALOR DEL SISTEMA COMEX
400 Ω	9 – 20 Ω
140 Ω	6 – 12 Ω
80 Ω	3 – 8 Ω

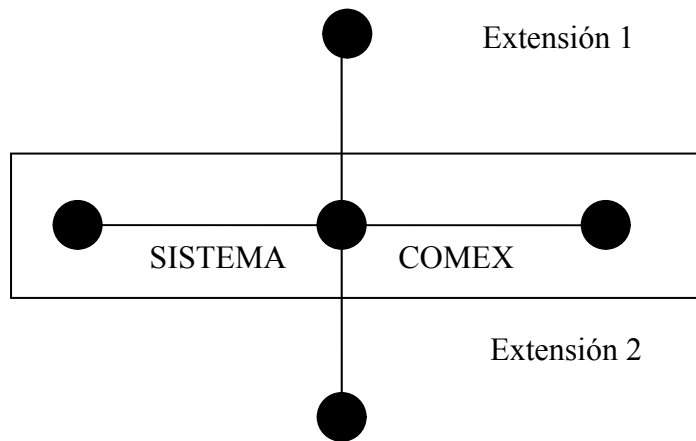


INSTALACIONES DE TIERRA COMPLEJAS

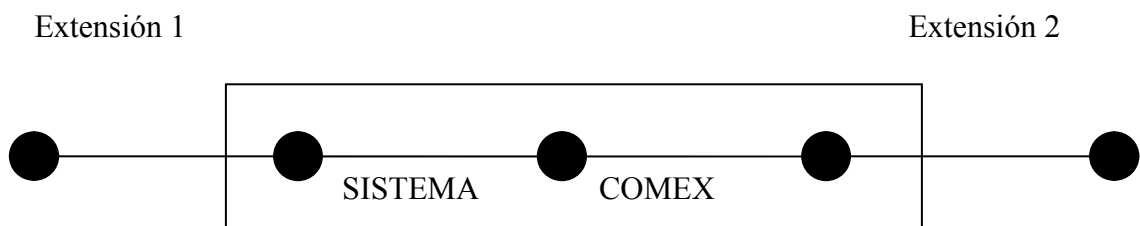
Cuando estemos ante terrenos de alta resistividad ni aun con el SISTEMA COMEX será suficiente para conseguir la resistencia especificada por lo que se requerirá hacer extensiones adicionales

Dependiendo de la disposición de espacio podemos recurrir a distintas geometría

A)

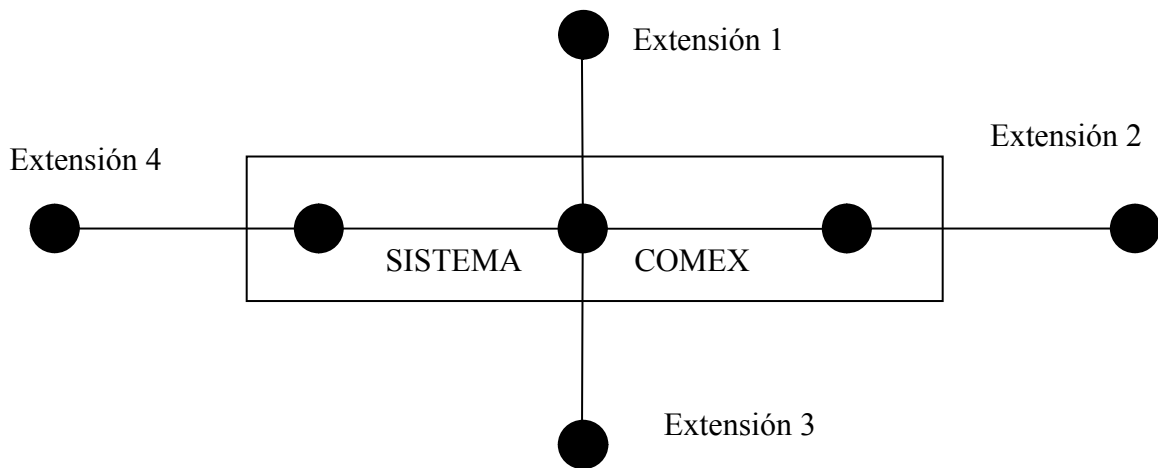


B)



C)

O en casos más extremos a instalación más extensas P. ejemplo



Hay que tener en cuenta que en estos terrenos de muy alta resistividad, en general de naturaleza rocosa con alto grado de compactación, las distancias entre electrodos deberán incrementarse hasta los 15 metros

Una extensión se compone de:

1 ELECTRODO DE GRAFITO + MASSA	
1 UNIDADES DE ACTIVACIÓN ION-FORTE + MASSA	
1 ARQUETAS DE VISITA Y MANTENIMIENTO 200 x 200 m/m	
1 TUBOS DE P. V. C. 120 REVISIÓN Y MANTENIMIENTO	
1 CABLE CU 50 m/m CON TERMINAL ENGASTADO 15 m	
1 GRAPA DE CONEXIÓN DE CABLES	

Calculo del numerote extensiones a instalar

Una vez instalado el Sistema Comex si no hemos alcanzado los ohmios requeridos, primero debemos calcular el nº de extensiones necesarias
El numero de extensiones necesarias se calcula por la siguiente formula

$$N = \frac{3 (r - R)}{R}$$

N = Nº de extensiones requeridas

R = Resistencia que nos pide (resistencia especificada)

r = Resistencia del Sistema Comex instalado

Ejemplo:

Su pongamos que hemos instalado un SISTEMA COMEX en un terreno rocoso y que al medir su resistencia obtenemos 32 Ω . En nuestra instalación se nos requiere una resistencia inferior a 20 Ω

El número de extensiones a instalar será:

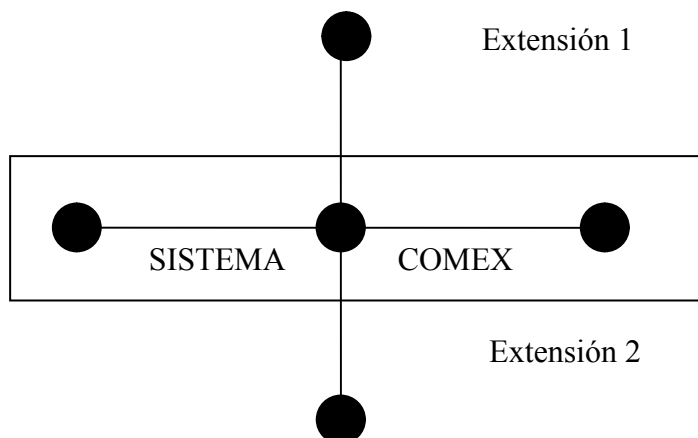
$$M = \frac{3(32 - 20)}{20} = \frac{3 \cdot 2}{20} = 1,8$$

Se necesitaran pues 2 extensiones adicionales

Instalación de las extensiones

Una vez que hemos calculado el nº de extensiones a realizar tenemos que definir la geometría la instalación; esta estará condicionada por el espacio disponible

Supongamos que tenemos espacio disponible en dirección perpendicular al Sistema Comex y que siguiendo el ejemplo anterior tenemos que instalar 2 extensiones. En principio optaríamos por la geometría A

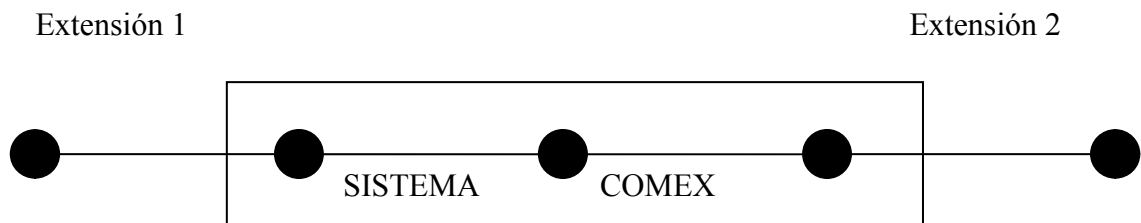


La instalación se hará de forma análoga a las instrucciones de uso del Sistema Comex pero teniendo en cuenta que desde la arqueta de registro con regleta equipotencial y en dirección perpendicular al Sistemaharemos una zanja de 14 metros y una excavación al final de ella instalando el electrodo y uniendo el terminal del cable a la regleta equipotencial

Lo mismo que hemos hecho para la extensión 1 lo haremos en la dirección opuesta para la extensión 2

Notar que en este caso, del material nos sobra una MASSA y una grapa (que podemos utilizar en otras instalaciones)

En caso de haber optado por la geometría



Las zanjas también de 14 metros se hacen partiendo de una de los electrodos externos y al final de la zanja se hace la excavación en la que instalamos el electrodo y lo activamos. En este caso el extremo libre del cable se unirá al cable del electrodo del Sistema mediante la grapa y esa unión la protegeremos con una de las dos unidades de Massa

PERDURABILIDAD DE LAS INSTALACIONES

La perdurabilidad de las instalaciones va a depender, más allá de destrozos o rupturas mecánicas accidentales de:

- La corrosividad del terreno
- La naturaleza de los materiales, en especial de los electrodos
- Que las instalaciones y las conexiones se hayan efectuado adecuadamente

La comparación del electrodo de grafito con otros electrodos en cuanto a perdurabilidad ya se ha efectuado en el apartado de ELECTRODOS DE TIERRA. Aquí haremos especial referencia al Sistema completo SISTEMA COMEX

En el SISTEMA COMEX sus elementos constituyentes están pensados para que la estructura instalada permanezca en las mejores condiciones durante muchas décadas

Por una parte los electrodos de grafito que van ensacados recubiertos de un material de relleno y protegidos por una estructura tipo cedazo metálica, perderá con el paso del tiempo la tela y la protección metálica pero los electrodos de grafito permanecerán inalterables y en perfecto contacto con el terreno

Los propios electrodo de grafito no se corroe incluso en situaciones fisicoquímicas extremas del terreno por lo que tenemos que hacer más hincapié en las conexiones que en los electrodos

Para evitar que las conexiones entre el electrodo de grafito y el cable (normalmente de cobre trenzado) sea el punto débil de la instalación, el SISTEMA COMEX lleva incorporada una unidad de MASSA. Este producto envolverá y protegerá completamente las conexiones evitando su contacto con el agua el oxígeno y demás compuestos iónicos o no que pudieran contribuir a la corrosión. Adicionalmente es muy fácil de instalar (Para ampliar información ver informe técnico de MASSA www.tomasdetierra.com)

Así la combinación electrodo de grafito rígido, protector MASSA y cable de cobre, (a menos que normativas especiales por ejemplo la relativas a tanques para derivados del petróleo, gasolineras impidan la utilización de cobre) es una garantía de perdurabilidad.

Solo hay una condición geológica que debemos evitar y es la presencia de corrientes de agua francas y directas sobre el electrodo de grafito ya que podrían deteriorar sus estructuras llegando incluso a disgregar parcialmente la misma. En todo caso este tipo de corrientes se detectan claramente cuando se esta instalando

PRESUPUESTACION DE TOMAS DE TIERRA

En muchas ocasiones es muy complejo presupuestar las tierras ya que:

- No se suele tener datos sobre como es el terreno (su resistencia o su resistividad)
- Es difícil de prever que electrodos y cuantos vamos a tener que instalar
- Es posible que necesitemos combinaciones de electrodo. Picas, palcas, estrellas, etc.

Con el Sistema Comex la presupuestacion es muy sencilla ya que el monto total seria la suma del conste del propio Sistema Comex mas los movimientos de tierra de efectuar las zanjas y los pozos y luego taparlos una vez efectuada la instalación

Teniendo en cuenta en cuenta que con el Sistema Comex resolveremos mas del 80 % de las situaciones que nos planteen, tenemos en nuestras manos un magnifico punto de partida

Sobre todo cuando como en la mayoría de las ocasiones no disponemos de la resistividad del terreno, ni conocemos su comportamiento por actuaciones anteriores

DATOS Y NORMAS DE SEGURIDAD Y ALMACENAMIENTO

Ninguno de los componentes del SISTEMA COMEX es un producto peligroso ni requiere medidas especiales de seguridad

En todo caso por ser productos químicos se recomienda:

- No ingerir
- Evitar el contacto con piel, ojos y mucosas
- Después de manejar los productos lavarse las manos abundantemente con agua
- No poner al alcance de los niños
- En ningún caso reutilizar los envases

SISTEMA COMEX no contiene productos contaminantes, ni agresión para tierra o aguas pero los componentes del ION-FORTE podrían originar algún daño a plantas adjuntas al lugar de aplicación por mero choque osmótico

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