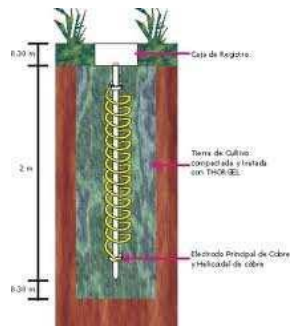


SISTEMA DE PUESTA DE TIERRA (SPAT)



Cuarta Unidad



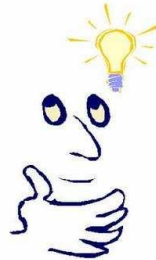
Sumario

- I. Introducción
- II. Sistema de pozos a tierra
- III. Sistema de protección contra descargas atmosféricas..

1.- Introducción

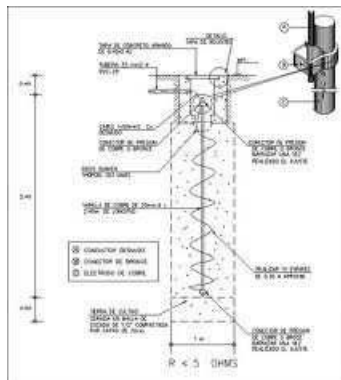
¿Qué es la energía estática?

¿Cómo se producen las descargas?



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

- Es una instalación eléctrica del tipo pasiva complementaria a los sistemas eléctricos conformado por líneas y electrodos de puesta a tierra.
- El termino puesta a tierra, significa una unión eléctrica con la tierra; considerando la tierra un conductor final y favorable para los propósitos deseados en los objetivos.



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.1.- Objetivos de la instalación del SPAT

Los SPAT están destinadas a conducir y/o dispersar diversos tipos de corrientes eléctricas, con dos objetivos principales:

- a. Evitar gradientes (de tensión) peligrosos entre la infraestructura de superficie y el suelo para:
 - Protección de las personas mediante tensiones de paso y contacto de baja magnitud tolerables por el cuerpo humano.
 - Protección de los equipos, evitando potenciales nocivos.



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.1.- Objetivos de la instalación del SPAT

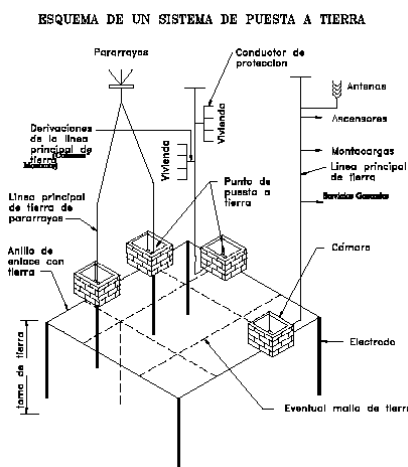
- b. Propiciar un circuito conductor y dispersor, de baja impedancia para:
 - Correcta operación de la protección por relés.
 - Dispersión rápida de elevadas corrientes, evitando sobre tensiones de rayo (descargas de tipo impulsional), o deterioro por corriente de corto circuito.
 - Retorno de las corrientes de operación normal.
 - Mejora de la calidad de servicio.



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.2.- Componentes de instalación de un SPAT

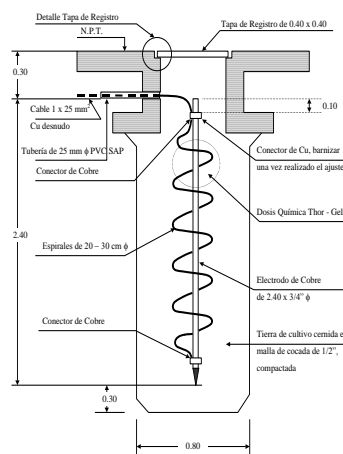
- a. Parte Metálica
- **Electrodo de (puesta a) tierra.-** Sirve para establecer una conexión con tierra. Los conductores no aislados se consideran parte de éste.
 - **Línea de tierra .-** Es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con una parte de la instalación que se ha de poner a tierra. También los conductores que constituyen una malla (red) de tierra.
 - **Línea de enlace con el electrodo de (puesta a) tierra.-** Parte de la línea de tierra comprendida entre el punto de puesta a tierra y el electrodo, siempre que el conductor esté fuera del terreno o colocado aislado del mismo.
 - **Punto de puesta a tierra.-** Situado generalmente fuera del terreno, que sirve de unión de las líneas de tierra con el electrodo. Pueden existir un punto o varios puntos de puesta a tierra.



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.2.- Componentes de instalación de un SPAT

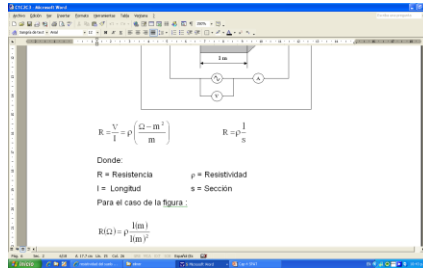
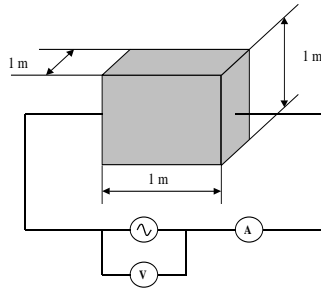
- b. Parte Electroquímica
- Parte adyacente a los electrodos es sustituida por tierra preparada. En algunos casos todavía se usa sal industrial, carbón y tierra vegetal.
 - Modernamente se usan preparados químicos combinados con otros compuestos que logran la humedad permanente necesaria para diluir dichos compuestos, estos también se usan con una combinación de tierra vegetal.
- c. El terreno mismo.
- Que depende de sus características representadas finalmente como la resistividad del terreno.



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.3.- Resistencia del Terreno

- La resistencia que presenta el terreno esta en función de la resistividad del mismo, de las dimensiones y forma del electrodo.
- Expresada la resistividad del terreno ρ , en $\Omega\cdot m$, equivale a la resistencia que ofrece al paso de la corriente un cubo de terreno de 1m de arista.



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.4.- Características Eléctricas del Terreno

Los factores que influyen en la resistividad del terreno son:

- La composición
- Las sales solubles y su concentración
- Humedad
- La temperatura
- La granulometría
- La compacidad
- La estratigrafía
- Factores posteriores al establecimiento de la red de tierra.

NATURALEZA DEL TERRENO	VALOR MEDIO DE LA RESISTIVIDAD EN $\Omega\cdot m$
•Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos.	50
•Terraplenes cultivables poco fértiles, terraplenes.	500
•Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables.	3000

2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.4.- Características Eléctricas del Terreno

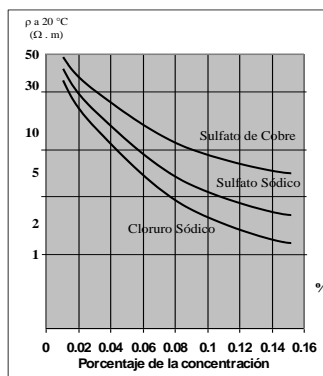
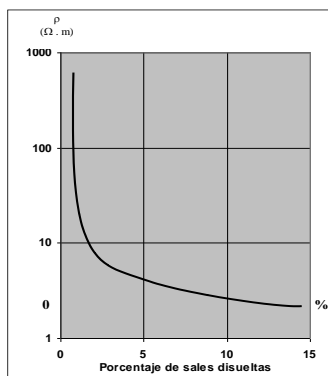
- La composición

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD EN $\Omega \cdot m$
Terreno pantanoso	De algunas unidades
	a 30
Limo	20 a 100
Humos	10 a 50
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 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	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granito y gres procedentes de alteración	1500 a 10 000
Granito y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.4.- Características Eléctricas del Terreno

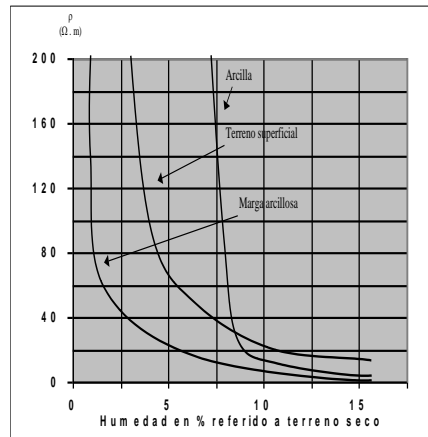
- Las sales solubles y su concentración



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.4.- Características Eléctricas del Terreno

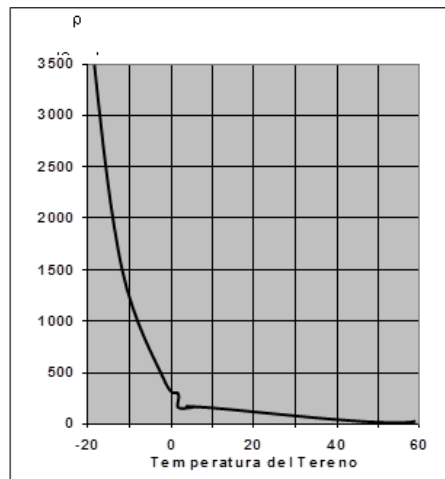
- Humedad



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.4.- Características Eléctricas del Terreno

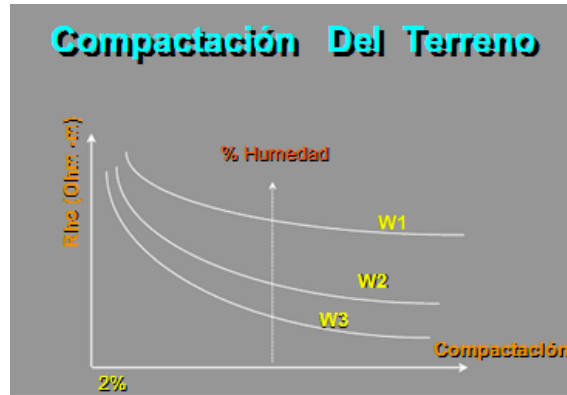
- Temperatura



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.4.- Características Eléctricas del Terreno

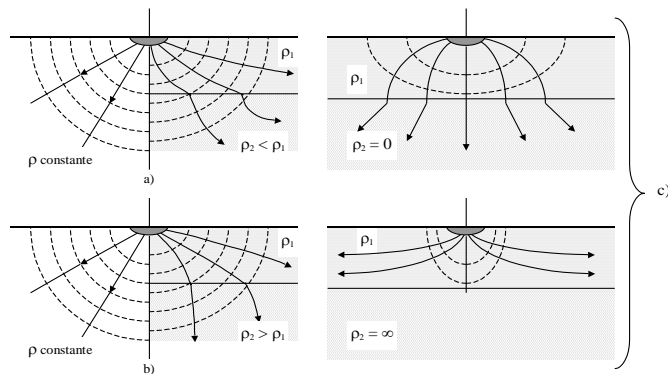
- La compactación



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.4.- Características Eléctricas del Terreno

- La estratificación

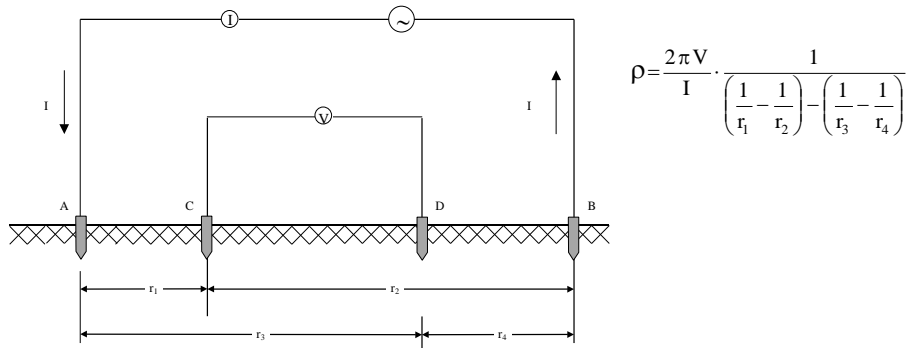


2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

2.5.- Medición de la Resistividad del Terreno

a. Método de los 4 Electrodo.-

- Consiste en inyectar al terreno una corriente mediante dos electrodos y medir la diferencia de potencial entre los otros dos electrodos.
- La corriente inyectada puede ser c.c. ó c.a. de baja frecuencia (por lo general hasta unos 200 Hz) por razones de acoplamiento entre conductores ó c.c. conmutada.



2.- Sistema de pozos a tierra (SPAT)

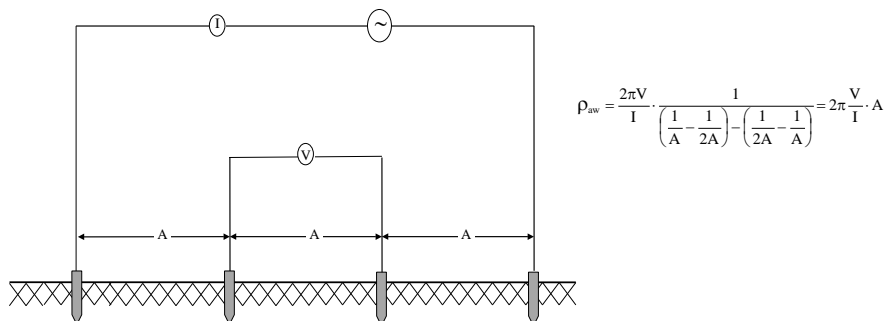
2.5.- Medición de la Resistividad del Terreno

a. Método de los WENNER.-

- En esta configuración los cuatro electrodos, ubicados sobre una línea recta, están separados a igual distancia A entre ellos.
- En este caso:

$$r_1 = r_4 = A$$

$$r_2 = r_3 = 2A$$





Logra una notable reducción de la resistencia del suelo a un bajo costo. **Tierragel** es una serie de productos químicos, los cuales reducen la resistencia óhmica de los suelos. Debidamente preparada la dosis de **Tierragel** forma un material gelatinoso (GEL) que se acomoda en el suelo en forma de ramificaciones radiculares, lo cual le permite absorber grandes cantidades de agua por ser este GEL altamente Higroscópico. La superficie del electrodo en contacto con el suelo, es de esta forma altamente potencializada, resultando en una notable reducción de la resistencia del suelo y como consecuencia en una eficiente transmisión eléctrica.

CARACTERISTICAS

Con la debida presentación de **Tierragel** se comprueban las siguientes características:

- Estabilidad química.
- Insolubilidad en agua.
- Absolutamente No corrosivo.
- No corroble por los ácidos de la tierra.

RENDIMIENTO (Dosis de 6 Kilos)

Usar una dosis de **Tierragel** por metro cúbico de tierra, para una puesta a tierra de un electrodo de 2 a 3 m. de largo. En caso de mallas reticuladas de pozos interconectados, se debe usar de una a tres dosis de **Tierragel** por metro cúbico. Así mismo para las zanjas de interconexión la misma dosificación por metro cúbico.

EFICIENCIA

La puesta a tierra tratada con **Tierragel** ofrece un bajo índice de resistencia óhmica la cual asegura su eficiencia.

- A un costo menor.
- Con mayor seguridad.
- Por un tiempo más prolongado.
- Cada tratamiento con **Tierragel** tiene una duración mayor a 4 años.

PRESENTACION

Una dosis de **Tierragel** viene en una caja de cartón diseñada para su contenido y protección de 26 x 22 x 11 cms.

El contenido, tiene una duración limitada cuando la dosis empacada en su caja está en un almacén apropiado y seco.

La caja contiene una dosis de 6 kilos, distribuida en tres bolsas plásticas numeradas 1, 2, y 3.

¿COMO USAR?

A



El contenido de la bolsa plástica # 2 debe ser mezclado lo mejor posible con la tierra obtenida de la excavación para plantar el electrodo. De Preferencia asegúrese la disgregación de la tierra cimiéndola con un táz de 1/4". (No se le debe adicionar agua).

B



El contenido de la bolsa plástica # 1 debe ser disuelto en 20 litros de agua. (Usar envase no metálico).

C



El contenido de la bolsa plástica # 3 también debe ser disuelto en 20 litros de agua. (Usar envase no metálico).

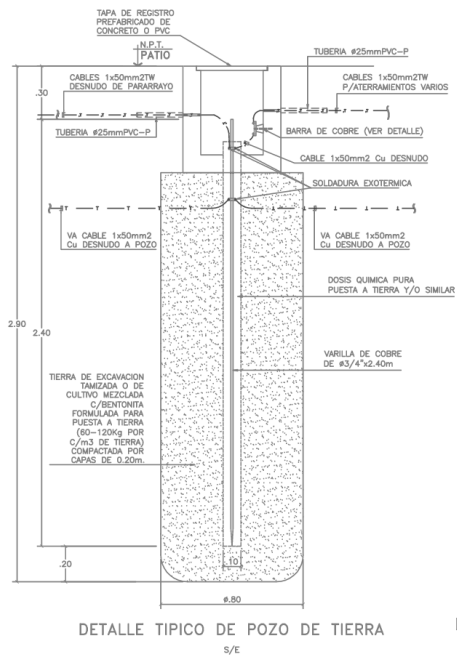
IMPORTANTE

No usar el mismo envase para las soluciones de las bolsas # 1 y # 3.



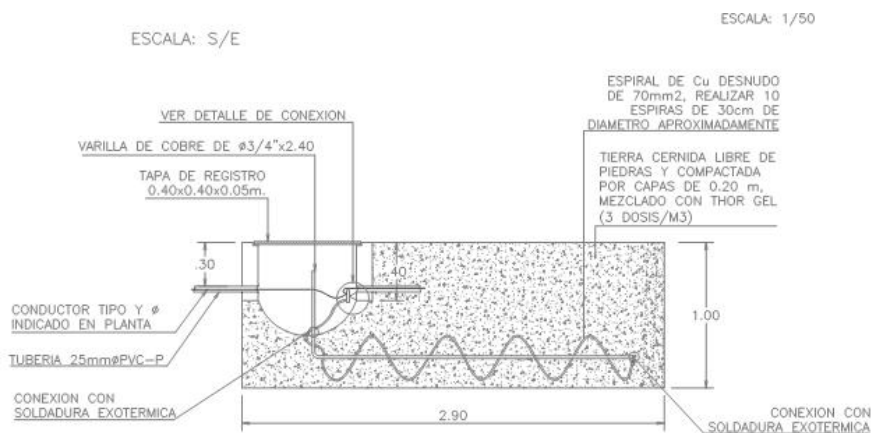






NOTAS DEL SISTEMA DE TIERRA:

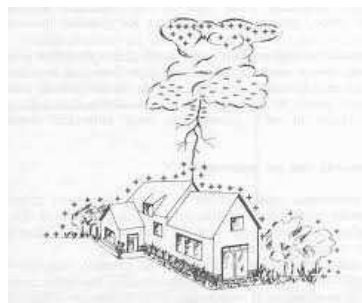
- 1.-SE USARAN FLEJE DE Cu ELECTROLITICO DE 99.90% DE PUREZA COMO MINIMO DE 2.40x3/4" SEGUN SEA EL CASO DE LO CONTRARIO SE USARA CABLE 1x50mm2 Cu DESNUDO ESTANADO.
- 2.-EMPALMES: SOLDADURA EXOTERMICA.
- 3.-DOSIS QUIMICO: A BASE DE BENTONITA FORMULADA PARA BAJAR RESISTIVIDAD (CAJA DE 8kg) DOPADO ADICIONAL CON BENTONITA SODICA O SULFATO 2 DOSIS POR M3 DE ZANJA.
- 4.-LAS EXCAVACIONES SERAN:
 - ANCHO DE LA ZONA 0.40m.
 - PROFUNDIDA DE EXCAVACION 0.60m.
 - ANCHO DEL DOPADO 0.01m. CON BENTONITA SODICA O SULFATO
 - 0.03m. CON DOSIS QUIMICO MEZCLADO CON 12 LITROS DE AGUA POR CADA CAJA DE 8 KILOS.
 - LARGO DEL DOPADO IGUAL A LA LONGITUD DE LA ZANJA.
 - LONGITUD DE ZANJA POS DOSIS 1.10m.
 - TIERRA DE CULTIVO O TIERRA DE EXCAVACION PREVIAMENTE TAMIZADA CON BENTONITA PARA RELLENAR ZANJA.
 - LOS POZOS A TIERRA LLEVARAN TAPA DE REGISTRO, PARA INSPECCION, MEDICIONES Y MANTENIMIENTO.
- 5.-LA RESISTENCIA NO SERA MAYOR A 5 OHM, SE GARANTIZARA ESTE VALOR DURANTE UN PERIODO DE 10 AÑOS SI SE CUMPLE LAS SIGUIENTES CONDICIONES MINIMAS:
 - CADA SPAT EJECUTADO EN CIUDAD TENDRA COMO MINIMO UN AREA DE 25m2. PARA UN SISTEMA CON DISPOSICION CUADRANGULAR O 15m. SI ES SISTEMA DE DISPOSICION LINEAL O "L"
 - INSTALACION DE 4 ELECTRODOS DE COBRE TIPO TUBO O BARRA DE COBRE DE 3/4" COMO MINIMO.
 - DOTAR DE HUMEDAD (AGUA) A CADA POZO POR LO MENOS DE 15 LITROS AL AÑO
 - ES CONVENIENTE APLICAR EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PUNTO UNICO PARA CADA SITE
 - PARA TERRENOS DE ALTA RESISTIVIDAD, DEPENDERA DEL ESTUDIO DE RESISTIVIDAD Y DE LA ESTRATIFICACION DEL SUELO; SE INDICARA LA GARANTIA PARA CADA CASO
 - LOS SISTEMAS QUE POR RAZONES DE ESPACIO SE INSTALEN EN UN AREA DIFERENTE A LA ESPECIFICADA TENDRAN UNA GARANTIA DE 6 AÑOS LIBRE DE MANTENIMIENTO



DETALLE: POZO A TIERRA HORIZONTAL

ESCALA: 1/50

- En 1747 B. Franklin inició sus experimentos sobre la electricidad, defendió la hipótesis de que las tormentas son un fenómeno eléctrico y propuso un método efectivo para demostrarlo.
- Su teoría se publicó en Londres y se ensayó en Inglaterra y Francia antes incluso de que él mismo ejecutara su famoso experimento con una cometa en 1752.
- Inventó el pararrayos y presentó la llamada teoría del fluido único para explicar los dos tipos de electricidad atmosférica, la positiva y negativa.

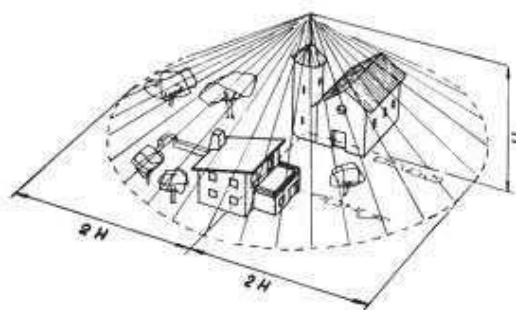
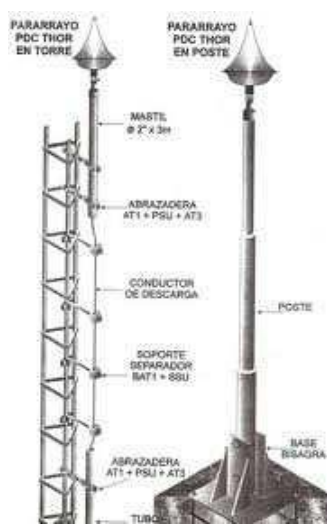


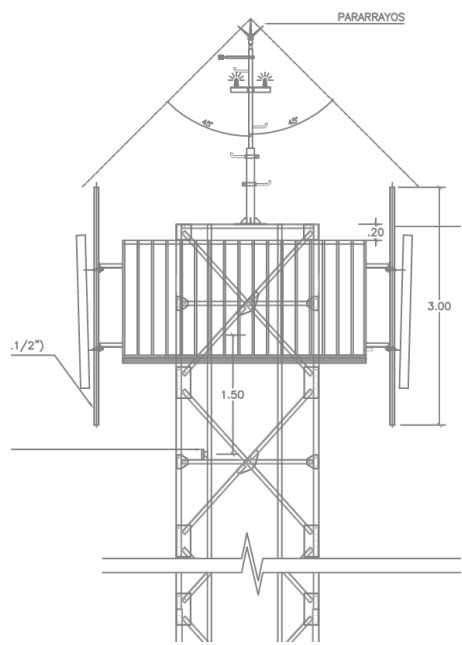
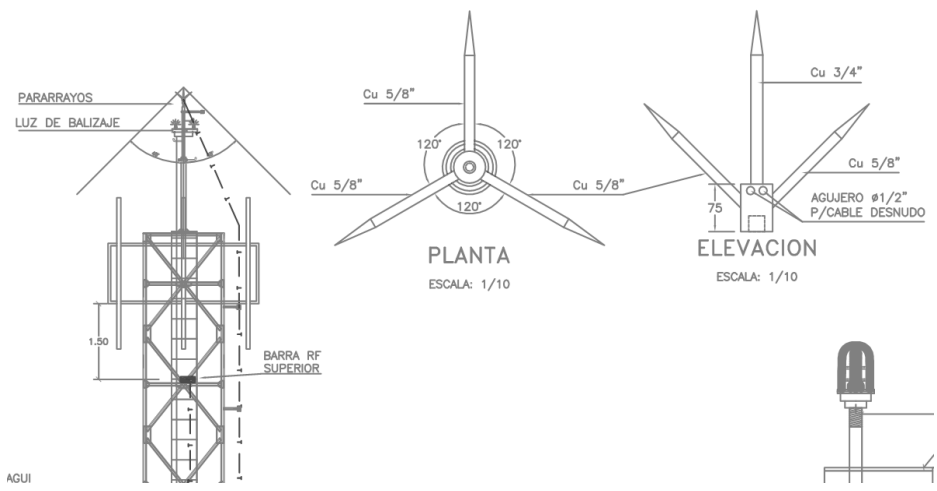
3.- Sistema de protección contra descargas atmosféricas 3.1.- Pararrayos

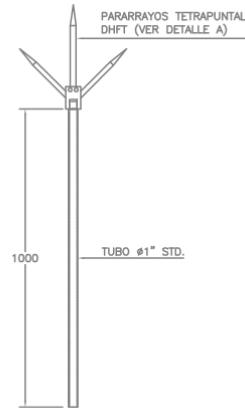
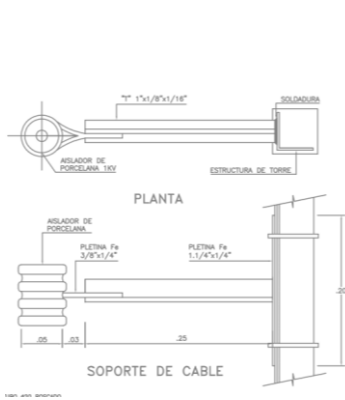
- Las instalaciones de pararrayos consisten en un mástil metálico (acero inoxidable, aluminio, cobre o acero) con un cabezal captador (en punta, multipuntas, semiesférico o esférico) y debe sobresalir por encima de las partes más altas del edificio.
- El cabezal está unido a una toma de tierra eléctrica por medio un cable de cobre conductor.
- Un pararrayos protege una zona teórica de forma cónica con el vértice en el cabezal;



3.- Sistema de protección contra descargas atmosféricas 3.1.- Pararrayos

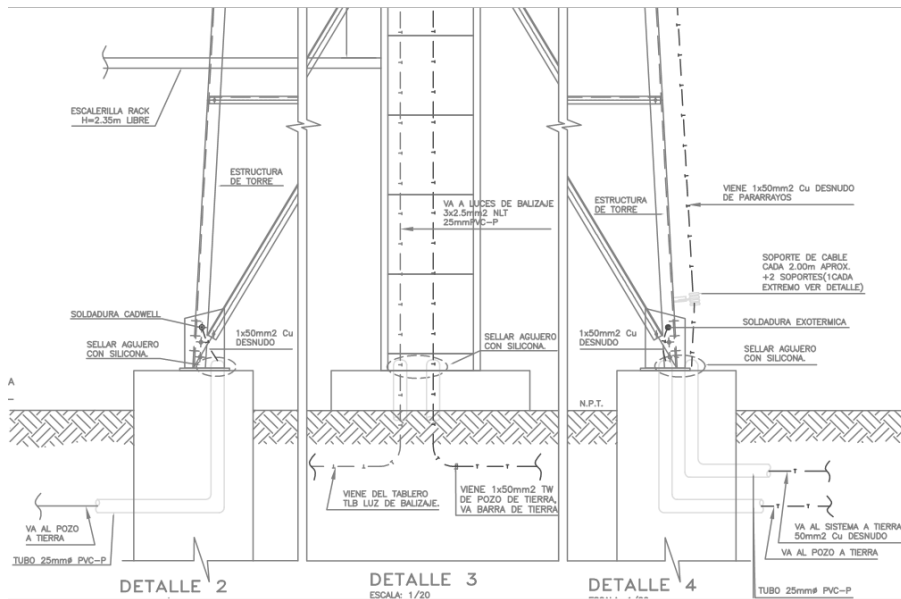






ELEVACION: SOPORTE DE PARARRAYOS

ESCALA: 1/20

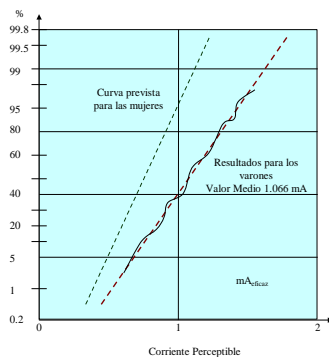


3.- Sistema de protección contra descargas atmosféricas 3.2.- Efectos Fisiológicos de la Corriente Eléctrica

La importancia de la seguridad eléctrica toma mayor impacto si se hace mención de los efectos fisiológicos suscitados por corrientes eléctricas al paso por el cuerpo humano.

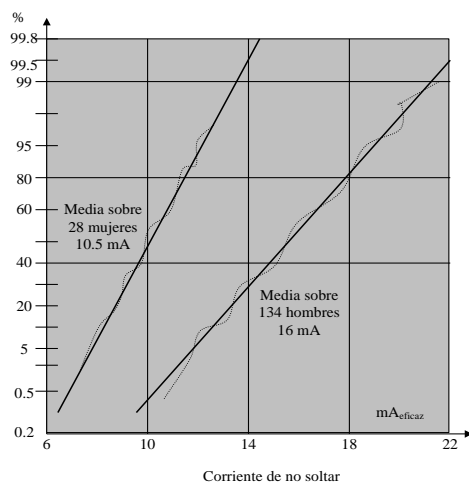
a. Umbral de sensibilidad

- Algunas personas detectan corrientes del orden de 0,5 mA y otros solo empiezan a percibir su paso cerca a los 2 mA



3.- Sistema de protección contra descargas atmosféricas 3.2.- Efectos Fisiológicos de la Corriente Eléctrica

b. Umbral de no soltar



3.- Sistema de protección contra descargas atmosféricas 3.2.- Efectos Fisiológicos de la Corriente Eléctrica

c. Tiempo de paso y Amplitud de la Corriente.-

1: Ninguna reacción

2: Ningún efecto fisiopatológico peligroso

3: Efectos fisiopatológicos no mortales reversibles; como contracciones musculares por encima de los valores de "no soltar", dificultades de respiración.

4: Probable fibrilación ventricular. Hasta del 5% (curva c_2), hasta del 50% (curva c_3) y más del 50% a partir de c_3 .
Paro cardíaco, paro respiratorio y quemaduras graves.

