

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
ESCUELA DE TELEMÁTICA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN PARARRAYO  
LATACUNGA – ECUADOR

---

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**ESCUELA DE TELEMÁTICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PARARRAYO PARA  
PROTECCIÓN DEL SISTEMA DE ANTENAS DEL ITSA**

**POR:**

**CBOS: PASTE JOSÉ LUIS  
CBOS: GUALOTO JAIME**

**Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del Título de  
Tecnólogos en Telemática**

**AÑO**

**2001- 2002**

---

CBOS: LUIS PASTE  
CBOS:JAIME GUALOTO

COORDINADOR SBOS: EDGAR CHÁVEZ

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. CBOS. Paste José Luis y el Sr. CBOS. Gualoto Jaime Roberto como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGOS EN TELEMÁTICA.

DIC 11 2001.

Justificando

SBOS. Tecnólogo Edgar Chávez

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a todas las personas que brindaron sus conocimientos para llegar a estas instancias para la obtención del Título en nuestra carrera y de manera especial a mis Padres, los cuales son la razón para mi surgimiento en la vida estudiantil y profesional.

**CBOS. Paste José Luis**

Este trabajo va dedicado a todas las personas que me brindaron sus conocimientos para llegar a estas instancias para la obtención del Título en nuestra carrera y de manera especial a mi Madre y Padre los cuales son la razón para mi surgimiento en mi vida estudiantil y profesional.

**CBOS. Gualoto Jaime Roberto**

## AGRADECIMIENTO

Mis mas sinceros agradecimientos a la Fuerza Aérea Ecuatoriana quien nos dio la oportunidad de ingresar a sus filas, de continuar con nuestros estudios y depositó su confianza en nosotros para el desempeño de las tareas encomendadas y el logro de la misión actividades, también agradecemos a nuestros padres, a nuestro coordinador de tesis. SBOS. Edgar Chávez M. a nuestros amigos y a las instituciones que nos prestaron sus servicios para poder obtener información

CBOS. PASTE JOSÉ LUIS

CBOS. GUALOTO

JAIME

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
ESCUELA DE TELEMÁTICA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN PARARRAYO  
LATACUNGA – ECUADOR

---

1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO.....	3
1.2 OBJETIVO GENERAL .....	4
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	5
CAPITULO II.....	6
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	6
2.1 PARARRAYO.....	6
2.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PARARRAYO.....	8
2.1.2 FINALIDADES DE LAS INSTALACIONES DE PARARRAYOS.....	9
2.1.3 PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE PARARRAYOS .....	10
2.1.4 APROXIMACIONES.....	12
2.2 TIPOS DE PARARRAYOS.....	12
2.2.1 PARARRAYOS DE ALTA TENSIÓN IMPULSIVA .....	13
2.2.2 PARARRAYOS PIZOELÉCTRICO.....	15
2.2.3 PARARRAYOS CON ACELERADOR.....	19
A. NIVEL CERÁUNICO.....	21
B. PARÁMETRO.....	22
2.3 PROTECCIÓN CONTRA LAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS .....	23
2.3.1 CAPTACIÓN DEL RAYO (CAPTADORES).....	23
2.3.2 CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS .....	25
2.3.3 CONEXIÓN DE LOS CONDUCTORES A TIERRA.....	30
2.4 HILOS Y CABLES DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	34
2.5 PUESTA A TIERRA CARACTERÍSTICAS Y EJECUCIÓN.....	38

---

CBOS: LUIS PASTE  
CBOS:JAIME GUALOTO

COORDINADOR SBOS: EDGAR CHÁVEZ

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
ESCUELA DE TELEMÁTICA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN PARARRAYO  
LATACUNGA – ECUADOR

---

2.5.1 TOMAS DE TIERRA.....	38
<b>2.5.2 GARANTÍAS QUE DEBE BRINDAR UNA CONEXIÓN A TIERRA</b>	<b>39</b>
2.5.3 PASOS A EFECTUARSE .....	40
2.5.4 PROTECCIÓN A TIERRA.....	41
2.5.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	43
2.6 PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	44
2.7 AISLANTES .....	53
2.7.1 EL AIRE .....	53
2.7.2 ALGODÓN Y SEDA.....	54
2.7.3 MICA.....	54
2.7.3 FIBRA DE VIDRIO.....	55
2.7.5 GOMA.....	55
2.7.6 AISLANTES PLÁSTICOS, RESINAS SINTÉTICAS.....	55
2.7.7 PAPELES.....	56
CAPITULO III.....	57
3.1 SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	57
3.1.1 EL PARARRAYO.....	57
3.1.2 PARARRAYO DE PUNTA.....	58
3.1.3 PARARRAYO DE ALTA POTENCIA.....	58
3.1.4 PARARRAYO DE TRES PUNTAS.....	58
3.2 CONECTORES.....	58
3.3 CABLE.....	59
3.4 PROTECCIÓN A TIERRA.....	59
CAPITULO IV.....	61
4. REQUERIMIENTO TÉCNICO.....	61
4.1 MATERIALES .....	61
4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES	
.....	62

---

CBOS: LUIS PASTE  
CBOS:JAIME GUALOTO

COORDINADOR SBOS: EDGAR CHÁVEZ

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
ESCUELA DE TELEMÁTICA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN PARARRAYO  
LATACUNGA – ECUADOR

---

CAPÍTULO V.....	69
5. ADQUISICIÓN E IMPLEMENTACIÓN.....	69
5.1 ADQUISICIÓN.....	69
CAPITULO VI .....	74
6.1 PRUEBA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	74
6.2 ANÁLISIS DE RESULTADO.....	75
CAPITULO VII.....	78
7. MARCO ADMINISTRATIVO.....	78
7.1 PRESUPUESTOS.....	78
7.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	78
CAPITULO VIII .....	79
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
8.1 CONCLUSIONES .....	79
8.2 RECOMENDACIONES .....	80
8.3 BIBLIOGRAFÍA .....	82

---

CBOS: LUIS PASTE  
CBOS:JAIME GUALOTO

COORDINADOR SBOS: EDGAR CHÁVEZ

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto que se implementará es un pararrayos para salvaguardar los diferentes sistemas de antenas, material eléctrico y electrónico que se encuentra en el edificio.

Este requerimiento se ha instalado en el Instituto Superior Aeronáutico entre las calles Amazonas y Javier Espinosa.

En vista de que no hay ningún sistema de protección para y evitar daño ya sean equipos eléctricos y electrónicos en el mencionado Instituto, debido a las descargas eléctricas atmosféricas.

Con la implementación del sistema de pararrayos lograremos la protección de los diferentes equipos eléctricos y electrónicos instalados en el edificio tomando en consideración que desde el centro del edificio tendrá una cobertura de 200 metros con sus debidas instalaciones a tierra y previa preparación del terreno con los elementos necesarios para que las descargas eléctricas atmosféricas sean disipadas correctamente.



Con esto logramos dar protección a todos los equipos y vidas que se hallan en esta inmediatez evitando pérdidas en el aspecto económico y en aspecto técnico cubrirá 200mts a la redonda.

## CAPITULO I

### 1.1 PLANTEAMIENTO

El proyecto que se implementará será un pararrayo conectado con un conductor cableado AGW No 8 una varilla coperWell tomando en cuenta el estudio y preparación del terreno.

La preparación del terreno se lo realizara después del estudio, a fin de que reúna ciertas características como son:

- No deben pasar instalaciones eléctricas, canalizaciones metálicas cables eléctricos etc. Junto a la zona de descargas
- El terreno, debe mantener suficiente humedad y tener buena composición es decir sólidos
- El área de conexión la tierra debe estar alejada del alcance de cualquier persona
- El terreno elegido debe ser horizontal y que no existan inclinaciones o desniveles, etc., reuniendo estas características excavaremos la fosa en el terreno y lo preparemos con los siguientes materiales.

❖ Sal en grano

- ❖ Carbón mineral
- ❖ Limaduras de hierro
- Cal viva u óxido de calcio, Limadura de hierro, Agua suficiente para humedecer

Realizado esto instalaremos la varilla coperWell la que estará conectada al conductor cableado awg No 8 y al pararrayo a una distancia aproximadamente de unos 100ms.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Brindar protección a los sistemas de antenas del ITSA y garantizar el desempeño de los diferentes equipos ya sean estos eléctricos u electrónicos y salvaguardar vidas humanas que se encuentran operando o desempeñando trabajos en esta intermediación

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar estudios previos del terreno para la construcción de la fosa y la toma a tierra.

Instalación del pararrayo en un sitio estratégico para la recepción de las descargas atmosféricas.

Verificar cual es el alcance que cubrirá este proyecto.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN O IMPORTANCIA**

En vista que se van a instalar sistemas de antenas y no se cuenta con dispositivos de protección hemos visto la necesidad de implementar un pararrayo el mismo que brindará protección en caso de descargas eléctricas o atmosféricas.

La implementación de este proyecto es importante ya que todo lo que este dentro del alcance de cobertura estará protegido proporcionara más confianza para el personal que labora en el ITSA

## CAPITULO II

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. PARARRAYO.

- Dispositivo con que se protegen edificios e instalaciones contra los efectos del rayo.

**A. Electrotecn y telecom.-** Dispositivo colocado entre los conductores de energía eléctrica, los cables de telecomunicaciones a las antenas y al suelo o la masa, para proteger a las personas y a los aparatos contra los efectos directos o indirectos del rayo o cualquier otra sobre tensión peligrosa.

**B. ENCICL** Las investigaciones realizadas a mediados de siglo XVIII por Fuffon, Romas y Franklin culminaron con la construcción del llamado pararrayos de Franklin, dispositivo todavía en uso en la actualidad. Basado en el poder de las puntas, está formado por una larga barra de hierro con la punta recubierta de cobre y platino y por un sistema conductor de electricidad, constituido por varillas o cables metálicos que unen la barra de hierro a un dissipador de fluido enterrado en el suelo. Este sistema ofrece la ventaja de su módico costo.

El sistema inventado por Louis Mertens en el siglos XIX es más eficaz, pero más caro. Consiste en disponer una red de barras cortas terminadas en punta, unidas por conductores y circuitos enterrados de modo que el edificio quede encerrado en una jaula de Faraday.

Los pararrayos actuales han recuperado la sencillez primitiva. Durante algunos años se construyeron pararrayos con puntas de material radiactivo que creaban una zona ionizada durante las tempestades; sin embargo, este tipo de pararrayos se han prohibido en numerosos países, en razón del peligro que representaba la proliferación de puntas radioactivas por en su parte.

**C. Electrotecn.** .Un pararrayos debe permitir, por una parte, el paso de una onda de corriente cuando llega una sobre tensión a sus bornes, con objeto de disminuir dicha sobre tensión, y debe limitar, por otra parte la duración y la amplitud de las sobre intensidades que pasa por la red, a fin de evitar el funcionamiento de los disyuntores.

Los párrafos de expulsión, formados por descargadores dispuestos con una caja se han sustituido por pararrayos de resistencia variable, constituidos por descargadores montados en series con resistencias semiconductoras de carburo de silicio, de características no lineales. En régimen normal, la corriente no circula por el aparato pero cuando se produce una sobre tensión los descargadores entran en acción y provocan que por las resistencias circule una corriente de intensidad

creciente, ya que dichas resistencias disminuye cuando aumenta la tensión. De esta forma la sobre tensión queda limitada y cuando decrece, el rápido aumento de las resistencias provoca la disminución de la corriente que atraviesa el depósito. Se puede aumentar la tensión de los pararrayos equipándolos con imanes permanentes o con electroimanes cuyo campo magnético realiza un soplado del arco.

Los pararrayos se montan en todas las redes de distribución eléctrica ,tanto en las de muy alta como en las de alta tensión, media y baja tensión.

### **2.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PARARRAYO**

Ante la situación de que con la instalación de pararrayos se consigue salvaguardar en zonas, o bien si un punto elevado actúa con efecto protector, no se puede contestar desde un punto de vista teórico; la respuesta debe basarse principalmente en experiencias directamente con el diseño y la ejecución de la instalación de pararrayos.

Casi todas las teorías hablan de un espacio protegido en forma de esfera, sin embargo existen enormes y sobre el valor de la relación entre la altura del captador al radio de la base de la zona., cuando según la teoría tendría que

encontrarse todo el edificio dentro de este espacio. Frinsch confirma que para edificios de más de 30m las prescripciones auténticas no reconocen la protección mediante un captador principal y aconsejan colocar captores en las superficies laterales de las constituciones no acepta la teoría del espacio protegido y asegura que una buena puesta a tierra es condición indispensable para captar las descargas atmosféricas.

### **2.1.2 FINALIDADES DE LAS INSTALACIONES DE PARARRAYOS.**

El problema de la protección de los edificios contra las descargas atmosféricas parece que esta, resultó si se consigue pequeños valores para la resistencia, e impedancia del sistema de puesta a tierra de la instalación de pararrayos. Por otra parte la finalidad de este sistema puede resumirse en los tres puntos siguientes:

1. Proteger a las personas y objetos que se encuentran dentro del edificio que es alcanzado por un rayo.
2. Salvaguardar a los inquilinos de las viviendas contiguas de ser afectados por la descarga.



3. Evitar el peligro o los daños que se puedan ocasionar en la misma construcción o en las colindantes (descargas en las instalaciones eléctricas de baja tensión instalaciones telefónicas, etc).

Por todo ello se debe estudiar las diferentes tensiones que puedan aparecer en el transcurso de una descarga en las distintas partes de la instalación, por lo que es necesario describir primero las fases de una descarga atmosférica en el sistema de pararrayos.

Por lo tanto una instalación de pararrayos debe garantizar que ninguna diferencia de tensión peligrosa pueda alcanzar a las personas y evitar que aparezcan descargas eléctricas entre las partes metálicas del edificio provocadas por diferentes tensiones que pudieran iniciar un incendio.

### **2.1.3 PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE PARARRAYOS**

Para desarrollar el proyecto de una instalación de pararrayos deberán alcanzarse desde un principio los siguientes puntos:

1. Tipo necesario y materiales de que consta el edificio.

2. Dimensiones generales de este y características constructivas de la cubierta así como forma y pendiente de la misma.
3. Características constructivas de las partes que sobresalen del tejado o cubierta.
4. Emplazamiento en el edificio o fuera de él de construcciones metálicas, estructura metálicas o de hormigón armado, muros, cortina metálica, ascensores, desagües conducciones de agua, gas y vapor, depósitos, situación de los conductores de clima, etc.
5. Tipo de cubierta.
6. Posible ubicación de aquellos elementos captadores.
7. Situación y características del tendido de las derivaciones del pararrayo a la puesta a tierra.
8. Aproximación de la instalación de pararrayos a elementos metálicos.
9. Colocación de las instalaciones eléctricas del edificio.
10. Emplazamiento de la puesta a tierra.
11. Situación de materiales explosivos o incendiarios.

#### 2.1.4 APROXIMACIONES

El tendido de la línea de transmisión del captor hasta la puesta a tierra, puede en algunos tipos de edificaciones obligar a efectuar ciertos trazados que motivan aproximaciones entre las mismas derivaciones o entre estas y partes metálicas de la construcción. Y estas aproximaciones se clasifican en auto aproximaciones y aproximaciones ajenas.

#### 2.2 TIPOS DE PARARRAYOS

Dentro de los distintos tipos de pararrayos, basándose en el sistema Franklin, se va exponer el funcionamiento de los siguientes tipos:

- Impulsos de alta tensión
- piezoeléctrico
- con acelerador.

### 2.2.1 PARARRAYOS DE ALTA TENSION IMPULSIVA

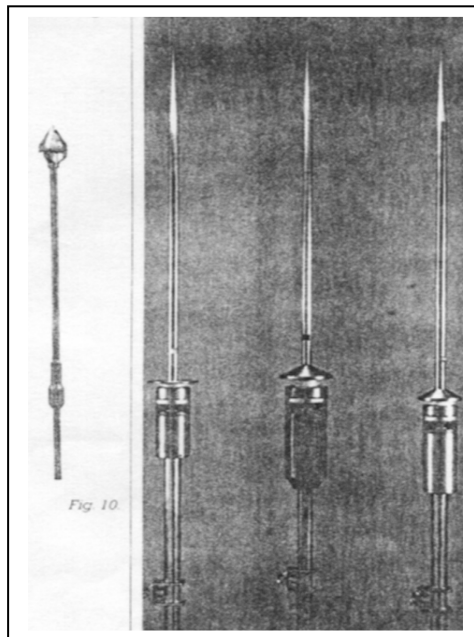


FIG. 2.1 TIPOS DE PARARRAYOS

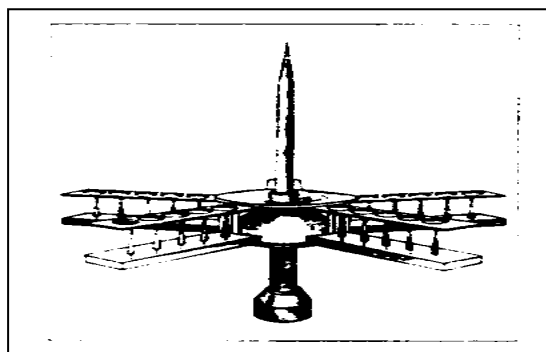


FIG. 2.2 PARARRAYO DE ALTA TENSION

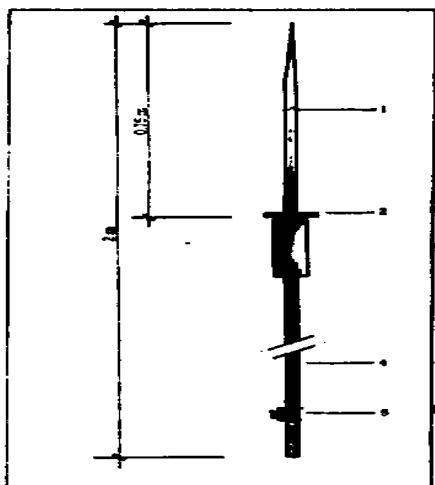
La presencia de un penacho eléctrico es decir, de un plasma fuertemente ionizado en la cúspide de una punta, de signo contrario al de la masa nubosa debajo de la cual esta colocada, favorece el paso de las descargas eléctricas de los rayos. La eficacia del sistema es aumentada si se intenta conservar la presencia de las aleaciones, suprimiendo la creación constante de cargas de espacio que tienden a desvirtuarse el efecto de la punta. Esto es por ello que el sistema de tensión impulsiva genera, impulsos eléctricos adecuados para poder crear penachos con su cúspide. La zona de frecuencia escogida para estos impulsos permite la supresión del fenómeno de cargas de espacio conservando el camino ionizando sus propiedades de avance preferencial de energía atmosférica del campo eléctrico ambiental que existe en el momento de la tormenta. El pararrayo capta y transforma esta energía en impulsos de alta tensión.

Las características constructivas del pararrayos son: la punta de este artefacto juega un triple papel, obtener la corriente necesaria para alimentación del dispositivo eléctrico contenido en el cilindro, emitir los fluidos eléctricos generados por los impulsos de alta tensión y captar la corriente del rayo para conducirla a tierra.

El disco metálico constituye la parte superior del explosor con la misión de dar paso a la corriente del rayo de la punta a tierra. El cilindro metálico

contiene el dispositivo eléctrico del sistema de impulsos que genera los fludios eléctricos. La barra del pararrayo permite la fijación del cabezal. La abrazadera ha de fijarse en esta barra. El conductor de bajante se conecta a esta abrazadera.

### 2.2.2 PARARRAYOS PIZOELÉCTRICO



**FIG. 2.3 PARARRAYO PIZOELÉCTRICO**

Una barra conductora convencional trabaja alternando, a su nivel las curvas de campo eléctrico equipotencial que rodean las estructuras de

las construcciones que salvaguardó. La emergencia del conductor del rayo ( pararrayos) es un importante factor en el incremento del campo eléctrico local. El principio del pararrayo piezoeléctrico se basa en varios factores el reforzamiento del campo eléctrico local, la excitación e iniciación del efecto corona y las condiciones favorables para el desarrollo de dicho efecto.

Los elementos que lo componen son:

- a) Cabeza de captación.- Es la estructura que sirve para generar una circulación forzada de aire en sus extremos y su prolongación (sistema venturi: eyectores periféricos y orificios de estado de aire).
- b) Vástago soporte.- Su parte alta va provista de uno o más puntos emisores de iones en acero inoxidable e inserta en un soporte aislador y sujeta al potencial variable. Todo este conjunto está protegido del impacto directo del rayo y de las variaciones físicas ambientales por la misma cabeza ionizante la que como el vástago, esta permanentemente conectada al potencial de tierra.

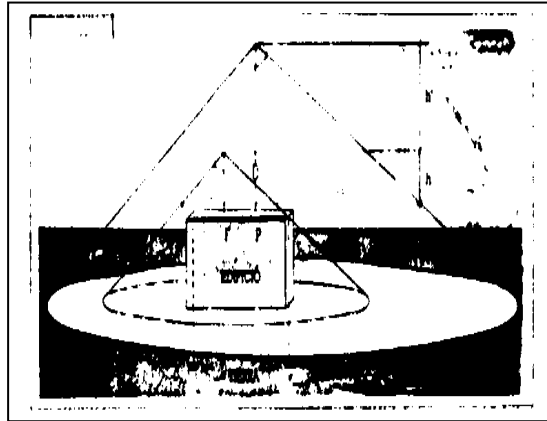


FIG. 2.4 ÁREA DE PROTECCIÓN

- c) Transductor estimulador piso eléctrico: alojado en la parte baja del vástago está compuesto de varias piezas cerámicas pieza eléctrica agrupadas en un contenedor aislante combinado con un simple y completamente fiable sistema de carga. El estimulador y los puntos de emisión están conectados por el interior del vástago a través de un conductor de alto voltaje.
- d) Los cristales o cerámicas piezoeléctricas son estructuras cristalinas en las cuales los dipolos eléctricos han sido emplazados fuertemente en una orientación dada, sometiéndose inicialmente en un campo intenso de polarización. Consiste en un material muy robusto tratando con zirconio de plomo y con sus terminales cubiertos con una fina placa de electrodos de níquel. Utilizados en su acción generativa, estas cerámicas o cristales generan un voltaje muy alto simplemente



incrementando la presión ( entre 20 a 25.000 y un conjunto en serie), niveles de voltaje que son mucho más altos que los necesarios para producir el número de iones deseados.

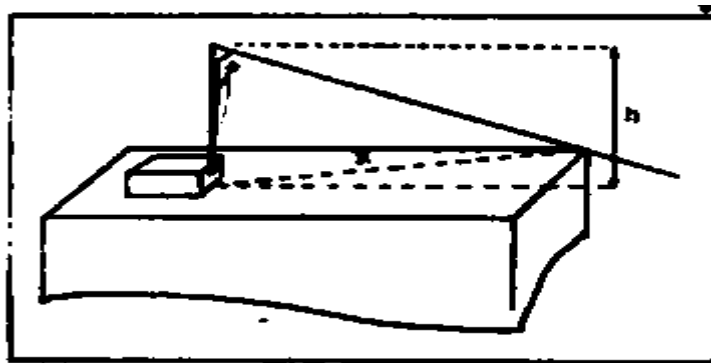


FIG. 2..5 ÁNGULO Y ÁREA QUE FORMA Y CUBRE EL PARARRAYO

El efecto de presión deseada se obtiene por medio de l fuerza resultante de la combinación formada por el mismo pararrayo y turbulencias de aire el efecto vibratorio de la resonancia del mástil y la presión previa aplicada al estimulador.

Conectados eléctricamente el transductor, los puntos de emisión están sujetos a los potenciales altísimos que previamente se han mencionado.

En consecuencias son lanzados en la atmósfera grandes sumas de iones estos iones son elevados y generan una corriente de aire ionizado alrededor de la cabeza de captación de su área circundante. La bipolaridad de los impulsos piezoeléctrico

proporcionan el pararrayo la gran ventaja de poder operar tanto con rayos positivos como negativos.

En cuanto a la protección que ofrece este tipo de pararrayos se obtiene teóricamente desarrollando el modelo electro geométrico, pero en práctica comparable a un cono de revolución cuyo vértice es la punta. Para la protección de un edificio mediante un pararrayos.

La prolongación de la descarga creciente de los pararrayos ionizantes, resultante de gran excitación producida, corresponde a un incremento en altura de estos aparatos. Permite entonces determinar el radio de protección.

### **2.2.3. PARARRAYOS CON ACELERADOR**

Mediante el dispositivo de aceleración ha sido posible aumentar enormemente la cantidad de electricidad que el pararrayos es capaz de dispersar en la atmósfera respecto a la punta convencional de Franklin la función específica de este artefacto es la de producir una ionización dirigida hacia arriba, a fin de neutralizar las cargas eléctricas de la nube canalizando la posible descarga entre el conjunto excitador que se encuentra al mismo potencial que el aire circulante la punta y el conjunto deflector, que se halla a

igual potencial atmosférico y por ende, cuando más próxima se halla la formación de un rayo.

Esta diferencia de potencial acelera considerablemente a los iones y electrones que se encuentran entre los dos conjuntos, hasta el punto de provocar una ionización por choque y por consiguiente un flujo iónico dirigido hacia la nube. La zona protegida por el pararrayo con un acelerador .

La distancia de impacto crítico esta en función de la intensidad de corriente de la descarga principal la siguiente relación analítica entre la distancia de impacto y la intensidad presumible de corriente es la que define la función anteriormente citada.

Se deduce pues que el radio de una zona protegida en el pie del captador varia en la función de la intensidad de la descarga atmosférica y de la altura de dicho captador.

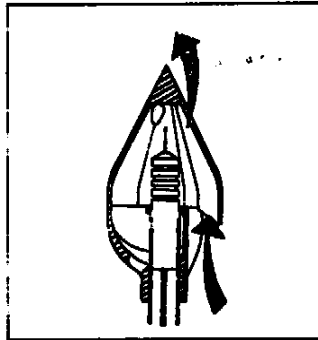


FIG. 2.5 PARARRAYO CON ACELERADOR

#### A. NIVEL CERÁUNICO

Por muchas décadas, el parámetro universalmente aceptado para caracterizar la actividad eléctrica atmosférica de una región ha sido el Nivel Cerámico, definido como el número de días del año en que por lo menos es oído un trueno.

La distribución espacio-temporal a todo lo largo del territorio Ecuatoriano, mediante un estudio sistemático de datos de varios años se presenta en el Mapa de Niveles Cerámicos.

Mientras una de las zonas más tormentosas de Europa se encuentra en los Alpes, con Niveles Cerámicos promedios multianuales de 30, algunas zonas de Colombia presentan promedios superiores a 140.

Para efectos prácticos, en la sección de Publicaciones se encontraran algunos artículos en los cuales este parámetro se encuentra involucrado.

## **B. PARÁMETRO**

Dentro de las características del rayo, se conocen más de quince parámetros que poseen una ligada relación con las características espacio-temporales de las descargas eléctricas atmosféricas, pero para aplicaciones en ingeniería se ha considerado los siguientes:

Densidad de Rayos a Tierra

Polaridad

Máximo valor de corriente de rayo

Máximo rata de ascenso de la corriente del rayo.

Nivel Cerámico.

## **C. POLARIDAD**

La Polaridad del Rayo es el tipo de Carga que se esta transfiriendo (Positiva o Negativa), no importa en que dirección esta carga es transferida.

Para efectos prácticos, en la sección de Publicaciones se encontraran algunos artículos en los cuales este parámetro se encuentra involucrado.

## **2.3 PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS**

### **ATMOSFÉRICAS (RAYOS)**

#### Estrategias de Protección Integral

El Rayo como fenómeno natural no es posible evitarlo. Lo que si se puede es establecer medidas de control que permitan la seguridad a las personas y bienes, y en esto prima la actitud personal, que es fundamental para evitar accidentes fatales.

### **2.3.1 CAPTACIÓN DEL RAYO (CAPTADORES)**

Un punto metálico elevado actúa en principio como captador de las descargas atmosféricas que se puedan producir a su alrededor. Se ha representado en el edificio con una antena de radio y televisión y que además de captar las ondas radiofónicas, pueden incidir en ella un rayo y actuar como elemento captador de la descarga y, a su vez, proteger un espacio tal como esta indicando

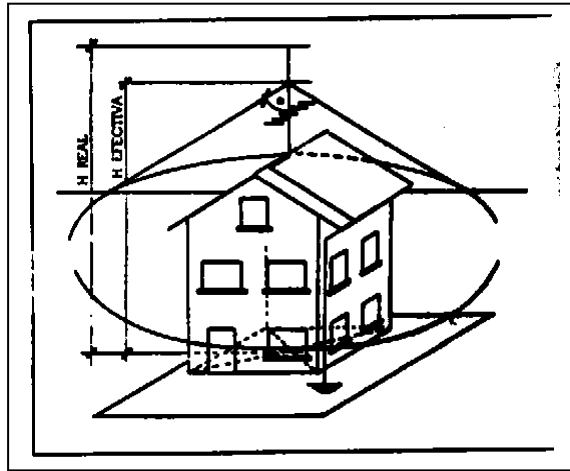


FIG. 2.6 CAPTORES

Se deduce que a mediada que aumenta la altura del captador disminuye el valor del ángulo reduciéndose el espacio protegido.

Para una mejor comprensión del tema se subdivide a continuación los edificios en cuatro grupos.

#### **A. Edificios sin Construcciones Metálicas en la Cubierta**

El punto de captación puede estar constituido por:

- a) Conductores en las partes más elevadas del inmueble (pararrayos continuo).
- b) Puntas captadoras colocadas en las vértices más elevadas de la construcción.
- c) Puntas captadoras situadas fuera de la edificación.

Si además de los captadores situados en las cumbres se instalan puntas captadoras, se conseguirá la máxima protección.

Este sistema se utiliza principalmente en aquellas fincas con cubiertas combustibles. Para un inmueble para una longitud superior a 10m deben colocarse varias puntas captadoras. Al tercer sistema señalado (tipo c) entra en consideración cuando existen construcciones más altas que el edificio que se quiere salvaguardar. En aquellos en los que la cubierta no sea combustible pueden prescindirse de la colocación de puntas captadoras, siendo suficiente los conductores captadores situados en las alturas más elevadas.

#### **B. Edificios con construcciones metálicas en la cubierta.**

Se considera que son construcciones metálicas las antenas para radio y televisión y los soportes para la electrificación y redes telefónicas.

Estas construcciones metálicas pueden atraer una descarga atmosférica y de encontrarse el inmueble dentro del espacio protegido que las mencionadas metálicas. La descarga se producirá en la antena, línea eléctrica o soporte siendo innecesario colocar cualquier otro sistema de captación.

Una descarga a las instalaciones suele conllevar una sobre tensión que perfora los elementos aislantes de la instalación afectada, pudiendo producirse otras descargas en el interior de la finca que provocarían accidentes o incendios para evitar estas consecuencias, es necesario conectar a un mismo potencial todas las partes metálicas que existan en la cubierta. Los soportes de antenas redes



eléctricas y telefónicas se debe colocar a los elementos captadores mediante un cable de cobre aislado .

### **C. Edificios de Instalaciones metálicas en su interior.**

En aquellos inmuebles que tienen instalaciones metálicas en su interior (cables eléctricos conducciones de agua, gas calefacción, etc) se han de tener presente las características de los materiales ya que de ellas dependen las conducciones a tierra.

En un edificio con instalaciones metálicas en su cubierta no puede excluirse la posibilidad de que, a través de los conductores de cobre que penetran en el edificio (antenas, acometidas, aéreas, líneas, telefónicas.) también entre corrientes procedentes de la descarga y se forma junto a la conducción del pararrayos en circuito en paralelo hasta la punta a tierra.

La repartición de intensidades será inversamente proporcional a la resistencia óhmica de cada circuito. En el caso de una derivación de hierro del pararrayos y un circuito en paralelo de igual longitud de cobre cuando el hierro alcance 100° C en una descarga el cobre alcanza unos 600° C ya que el conductor de hierro ofrece mas resistencia al paso de la corriente que el de cobre. Para evitar que la temperatura del cobre alcance los 300° C se ha de mantener la del conductor de hierro por debajo de los 42° C. A fin de no encontrarse estos equilibrios de

temperatura deben ubicarse para las derivaciones del pararrayos en edificios donde existan instalaciones con cobre y aluminio solamente derivaciones de 10 mm<sup>2</sup> de cobre o 16 mm<sup>2</sup> de aluminio.

Por otro lado hay que salvar las descargas entre el conductor de la derivación y cualquier instalación metálica próxima a él por lo que se tendrá muy en cuenta que no existan aproximaciones en el trazado de la derivación. Utilizando conductores recubiertos de PVC u otro material de un elevado valor dieléctrico pueden llegar a reducirse considerablemente.

#### **D. Edificaciones sin construcciones metálicas en su interior.**

En aquellos donde no existan construcciones metálicas en su interior, no pueden producirse descargas, y por lo tanto el peligro de incendio es mínimo. La puesta a tierra será entonces suficiente mediante una pica de 1 a 3 metros de longitud.

Si existe la posibilidad de que las personas puedan estar afectadas por la tensión de paso, se recomienda construir una alfombra metálica.

Para evitar las descargas de tensiones sobre los individuos que se encuentran cerca de los edificios se recomienda observar lo expuesto anteriormente en las construcciones.

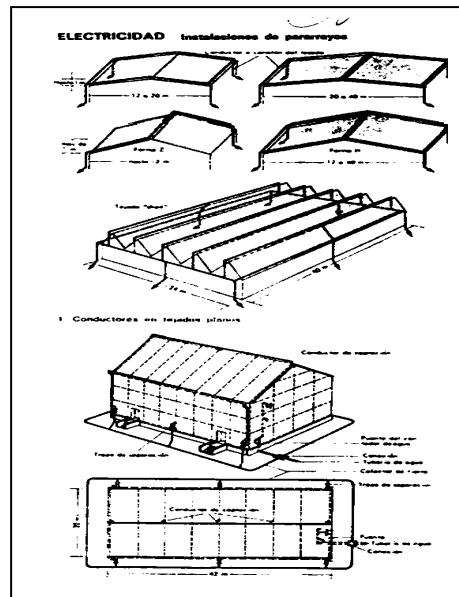


FIG. 2.7 CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS

### 2.3.2. Dispositivo de Captación

Son barras metálicas conductor u otros cuerpos metálicos que reciben la descarga del rayo. Deben sobresalir del edificio que protegen. Según demuestra la experiencia los lugares más castigados por los impactos son las puntas de torres y fachadas, cumbres, crestas chimeneas, y edificios aislados.

Basta instalar conductores de captación a lo largo de la cumbrera y en los bordes de los aleros.

La disposición de los conductores del tejado depende esencialmente de la longitud y anchura del edificio y de la diferencia de altura entre la cumbrera y el alero. Si esta diferencia de altura no es por Ejemplo:

Superior a 1 metro y la altura del edificio no supera 20m, solo ha de colocarse conductores de captación en los bordes de los aleros: si la anchura del edificio es superior a 20m es preciso colocar también un conductor en la cumbrera. En tejados planos y cubiertas a una sola vertiente se dispondrán conductores en todos los bordes exteriores.

Si la densidad de altura entre la cumbrera y el alero es superior a 1 m en edificios de anchura hasta 12m basta un conductor en la cumbrera y los conductores de la vertiente del tejado de los cuales dos por lo menos han de estar en los bordes de los aleros frontales o en las crestas del tejado. Para anchuras superiores de 12m deben ponerse conductores en los bordes de todos los aleros.

Las cubiertas metálicas en los bordes de aleros, cumbreras lima hoyas del tejado o canalones metálicos pueden utilizarse como conductores de captación siempre que posean las secciones mínimas necesarias y este asegurada la solidez de las uniones metálicas. Siempre debe unirse con los conductores del tejado.

### **2.3.3 CONEXIONES DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE TIERRA CON LAS PARTES METÁLICAS Y MASAS Y CON LOS ELECTRODOS**

Los conductores de los circuitos de tierra deben tener un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra, como con los electrodos de toma a tierra. Para ello, el Reglamento vigente dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos deben efectuarse con todo cuidado, por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando la superficie de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de tonillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

A continuación, se exponen varios ejemplos constructivos de conexiones utilizadas en los circuitos de tierra:

- a) Los conductores de enlace con tierra desnudos, enterrados en el suelo, se considera que forman parte del electrodo.
- b) Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones que puedan aparecer entre estos conductores en caso de defecto.
- c) El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra y sus derivaciones, así como de los conductores de protección, será lo más corto

posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y contra el desgaste mecánico.

Se aprecia una grapa para la conexión vertical del cable de tierra a la pica; en la una grapa de paso sencillo para la conexión horizontal del cable de tierra a la pica y para enlace de varias picas; una grapa para las mismas aplicaciones que la anterior pero de doble paso; una grapa para unión sencilla a la masa y, finalmente, una grapa para unión doble a la masa. Estas grapas están construidas de latón estampado y facilitan la instalación de los conductores de protección.

Otras veces se utilizan terminales roscados o de bola estos últimos hacen posible la conexión a tierra en cualquier posición.

Las conexiones de los terminales a los bornes de conexión en las líneas aéreas se efectúan por medio de una pértiga aislante en forma de atornillador

Los bornes de conexión se colocan en los aparatos que se han de poner a tierra en el momento de realizar la instalación, quedando fijos permanentemente. A estos aparatos se puede colocar, en cualquier momento, el circuito de puesta a tierra, por medio de los terminales citados anteriormente, que se atornillan a los bornes.

Para realizar una puesta a tierra se respetará el orden de operaciones y medidas de seguridad siguientes:

1. Antes de su instalación, asegurarse de que todos los elementos del equipo de puesta a tierra están en buenas condiciones, sobre todo, el bloqueo de las roscas de los conectadores y de los tornillos de fijación.
2. Conectar a tierra el terminal correspondiente. Esta operación debe preceder siempre a la colocación de los bornes sobre los conductores.
3. Desconectar la instalación.
4. Controlar la ausencia de tensión sobre cada uno de los conductores, por medio de un detector de tensión u otro procedimiento adecuado.
5. Colocar los bornes y grapas de derivación a tierra y fijarlas con presión suficiente pero sin tomar de forma excesiva.

Los contactos deben mantenerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. Con este objeto y procurando siempre que la resistencia eléctrica de los contactos no sea elevada, se protegerán éstos en forma adecuada, con envolventes o pastas protectoras, si ello se estimare conveniente.

Cuando se utilice como electrodo la conducción de agua, la conexión del conductor de enlace con tierra a dicha conducción, se efectuará inmediatamente después de la entrada de esta conducción en el edificio y antes del contador general de agua. Su conexión se realizará por medio de un conductor que estará necesariamente protegido especialmente contra los ataques químicos:

Si no se pudiera respetar la condición anterior a causa de grandes dificultades prácticas, el Reglamento admite que el punto de conexión podrá encontrarse después del contador de agua y de los accesorios que se encuentren en la principal de agua.

En este caso, tanto el contador como los demás accesorios de la conducción de agua se puentearán por medio de un conductor, u otro conductor de resistencia eléctrica equivalente y dispuesto de forma que el contador de agua pueda ser montado o desmontado sin que sea necesario quitar el puente.

## **2.4 HILOS Y CABLES CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

### **1. Los cables e hilos conductores eléctricos**



Están disponibles en una gran variedad de diferentes tipos y formas de construcción. El describir esta materia completamente requeriría un gran volumen., sin embargo, incluir suficiente información general a los materiales utilizados, métodos de construcción y tipos disponibles en forma que ello pueda capacitar para seleccionar inteligentemente el cable más adecuado para una determinada aplicación. Al final de esta sección se incluye información tabular más detallada de los tipos de cables que el usuario utiliza más frecuentemente,

## 2. Terminología de cables e hilos eléctricos.

**Hilo**, Varilla o filamento delgado de metal estirado, (La definición restringe el término a lo que ordinariamente sería entendido en el término «hilo sólido».) En la definición la palabra delgado se usa en el sentido de que la longitud es grande en comparación con el diámetro. Si un hilo está recubierto con aislamiento. se le llama propiamente hilo aislado.

Si bien en principio el término hilo se refiere al metal, cuando el contexto indica que el hilo está aislado se sobreentiende que el término hilo incluye el aislamiento.

**a. Conductor.** Hilo o combinación de hilos no aislados entre si capaz de conducir una corriente eléctrica simple (el término «conductor» no incluye las combinaciones de conductores aislados entre sí que podría permitir el paso de

corrientes eléctricas independientes. Los conductores laminados, tales como las barras son, por supuesto, conductores, pero no se les considera así en la terminología aquí dada).

- b. Cable.** (1) Un conductor cableado (cable de conductor único) o (2) una combinación de conductores aislados entre sí (cable de conductores múltiples).

Los conductores componentes del segundo tipo de cables pueden ser sólidos o cableados y este tipo de cable puede o no tener una cubierta común aislante. El primer tipo de cable es un conductor único en tanto que el segundo es un grupo de varios conductores. El término «cable» se aplica por algunos fabricantes a un hilo sólido con gran aislamiento y recubierto de plomo: esta utilización proviene de la forma del aislamiento pero un conductor así no queda incluido en esta definición de «cable». El término cable es general y en la práctica se aplica solamente a los tamaños mayores. Un cable pequeño se llama hilo trenzado o cuerda, ambas palabras se definen más adelante. Los cables pueden ser blindados o aislados y los últimos pueden estar blindados con plomo o con hilos de acero o fleje.

- c. Cable de capas concéntricas.** Un cable de conductores múltiples compuesto de un núcleo central rodeado por una o más capas de conductores aislados arrollados helicoidalmente.

- d. Cable de trenzas.** Un cable compuesto por un núcleo central rodeado por una o más capas de grupos de hilos arrollados helicoidalmente (este cable difiere del conductor de capas concéntricas en que las trenzas principales están ellas mismas cableadas y todos sus hilos son del mismo tamaño).
- e. Cable de conductores múltiples.** Una combinación de dos o más conductores aislados entre sí (un cable determinado será llamado cable de 3 conductores, cable de 19 conductores, Etc).
- f. Cable concéntrico de conductores múltiples.** Un cable compuesto de un conductor central aislado con uno o más conductores trenzados tubulares arrollados sobre él concéntricamente y aislados entre sí (este tipo de cable tiene generalmente dos o tres conductores).
- g. Cable de N conductores.** Una combinación de N conductores aislados entre sí. (No se pretende que el nombre aquí dado se utilice actualmente, En su lugar se habla de un cable de 3 conductores, un cable de 12 conductores, etc. Refiriéndose al caso general puede hablarse de cable de conductores múltiples en el sentido dado anteriormente a la definición de cable).
- h. Cable paralelo.** Un cable compuesto de dos conductores aislados paralelos y unidos entre sí por medio del aislamiento o ligados con una cubierta común.

- i. Cable triplex.** Un cable compuesto de tres cables conductores unipolares aislados y arrollados entre sí.
- j. Cable apantallado.** Un cable en el cual cada conductor aislado está dentro de una envoltura conductora construida de tal forma que substancialmente todos los puntos de la superficie del aislamiento se encuentran al potencial de tierra o a un potencial predeterminado con respecto a tierra bajo condiciones normales de funcionamiento.
- k. Relleno de un cable.** El relleno de un cable es el material utilizado en los cables multipolares para ocupar los espacios formados al reunir los conductores aislados y formar así un núcleo de forma deseada.
- l. Cubierta del cable.** La cubierta del cable es el recubrimiento protector aplicado al cable.
- m. Aislamiento de un cable.** El aislamiento de un cable es la parte destinada a cubrir.

## **2.5. PUESTA A TIERRA CARACTERÍSTICAS Y EJECUCIÓN.**

La puesta a tierra se instala de forma que el valor de su resistencia sea lo más pequeño posible para evitar que aparezca tensiones en los edificios contiguos al

afectado por el rayo a través de las instalaciones de servicios comunitarios (agua, gas, etc). y la instalación tiene que construirse de forma que sea factible realizar mediciones de comprobación periódicamente.

Para conseguir un valor bajo de la resistencia de puesta a tierra no se utiliza los elementos metálicos de la edificación, si bien estos deberán unirse a la instalación de puesta a tierra.

### **2.5.1 TOMAS DE TIERRA**

En un circuito eléctrico normal, la corriente conducida hasta un aparato o una lámpara por el conductor de fase regresa al generador por el neutro.

Pero si durante el recorrido el conductor de fase tiene un punto dañado en su aislamiento y entra en contacto con la carcasa metálica de un aparato cualquiera, ésta pasa a estar bajo tensión.

1. Si alguien la toca, ofrece a la corriente un camino directo a tierra, lo que puede poner en peligro de sufrir una descarga que puede llegar a ser mortal
2. Si, en cambio, la masa del aparato está unida directamente a tierra por medio de un cable, la superior conductividad de éste lo convierte en una alternativa preferible para la corriente. La toma a tierra es la conexión que se establece

entre las carcasas metálicas de los aparatos y la tierra, y sirve para descargar en ella la corriente debida a una fuga o a un defecto de aislamiento.

3. Una toma a tierra puede estar constituida por una pica de hierro o de cobre, de un mínimo de dos metros de longitud, que se entierra en el suelo, o por una placa de metal, enterrada a un metro de profundidad,

Cualquiera que sea el método elegido, la toma a tierra llevará empalmado un conductor.

### **2.5.2 GARANTÍAS QUE DEBE BRINDAR UNA CONEXIÓN A TIERRA**

- El aterrizaje de las interferencias y el ruido.
- Un camino de baja impedancia para las descargas atmosféricas (rayos).
- Servir de filtro para las perturbaciones en la red del suministro eléctrico.
- El aterrizaje de las cargas estáticas.
- Constituirse como filtro para el ruido que producen las altas frecuencias.
- Debe ser resistente a la corrosión.
- Debe tener una vida útil mayor a 20 años.
- De fácil mantenimiento.
- Alta capacidad de conducción y disipación de la cometida.

- Brindar buenas condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección eliminar rápidamente las fallas.

A continuación detallamos en forma secuencial los pasos a efectuarse:

### **2.5.3 PASOS A EFECTUARSE**

- A) Si el terreno esta seco se procede a introducir bastante agua en el hoyo hasta que humedezca totalmente.
- B) A continuación introducimos y colocamos la malla metálica de acuerdo al tamaño del orificio preestablecido, y la aseguramos contra el suelo de manera que luego sirva de base y contacto con la varilla.
- C) Introducimos la varilla Coperwell, y procederemos a asegurarla, mediante pequeños golpes a fin de que ingrese y se plante firmemente en el suelo.
- D) Con un alambre desnudo, aseguramos la varilla Coperwell con la Malla metálica.

Luego procedemos a colocar la limadura de hierro lo más distribuida que sea posible en el fondo de la fosa, sobre la malla metálica.

E) Posteriormente, distribuimos también la sal en grano uniformemente sobre las limallas de hierro. Y continuamente con la ayuda, de una madera plana, realice pequeños golpes a fin de lograr compactación.

Igualmente el carbón mineral debe ser distribuido en partes iguales. Pero antes se debe retasar en pedazos pequeños pero uniformes.

Igualmente la cal viva debe ser distribuida homogéneamente para unirse a los demás materiales.

#### **2.5.4 PROTECCIÓN A TIERRA**

Es indispensable la necesidad de realizar, las conexiones a tierra ya que la línea a tierra es el potencial o (cero) que utilizan los equipos electrónicos para su correcto funcionamiento lo que garantiza que la conexión realizada, proporcione una impedancia baja y con suficiente capacidad para transportar efectivamente las corrientes que pueden generar tensiones peligrosas para los usuarios y los equipos.



Para los sistemas eléctricos y electrónicos, es una expresión que generaliza todo lo que se refiere a los sistemas de la puesta a tierra (Ground).

Bajo estas consideraciones, los sitios donde se realizaran este tipo de instalación, deben reunir las siguientes particularidades:

- No deben pasar instalaciones sanitarias, eléctricas, canalizaciones metálicas, cables eléctricos, etc. Junto al área de la fosa, donde se efectuará la conexión.
- El terreno, debe mantener suficiente humedad y tener buena composición, es decir sólido, en lo posible evitar, que el terreno sea arenoso, ya que esta composición no permite un adecuado aterrizaje.
- El área de conexión a tierra, debe estar alejada del alcance de otras personas, ya que por desconocimiento, pueden ellos accidentalmente, contactar con la conexión y recibir descargas muy dolorosas.
- Preferentemente la fosa, debe estar al aire libre, o en un lugar donde, pueda recibir humedad (Agua), de esta manera permitiendo que exista buena descarga a tierra.
- Evitar instalar estas conexiones en áreas pavimentadas o cementadas, pues impedirían, la absorción y filtración de humedad, y a lo largo del tiempo, en la parte interna existirá resequedad, y se perdería el potencial cero.
- El terreno, debe estar lejos de botaderos de basura, a fin de evitar la presencia de roedores, que deterioren los cables de conexión.

- El terreno elegido para esta necesidad debe ser horizontal, y no deben existir inclinaciones ni desniveles, ya que esto produce, desplazamiento de tierra y falta de absorción de agua, indispensable para mantener la humedad necesaria.
- Debemos tener facilidad de llegar a la fosa, a fin de realizar el mantenimiento y rellenos de tierra cuando esto sea necesario hacerlo.
- Ocasionalmente debemos realizar la limpieza de desperdicios ubicados sobre la fosa, ya que estos materiales absorben los líquidos, y evitan humedad.
- Cuando el caso lo amerite, se limpiara de la vegetación circundante en el área.
- Se debe mantener la conexión protegida con una tapa, que evite el ingreso de materiales extraños.

### **2.5.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Luego de haber seleccionado el área idónea donde se instalará la conexión a tierra, procederá a la elaboración del orificio o fosa para lograrlo recomendamos que la fosa sea circular, o rectangular; con un diámetro de por lo menos de 50 centímetros y una profundidad no menor a los 1.5 m.

Sin embargo las varillas de cobre, vienen fabricadas según la necesidad del usuario, existiendo variedades en cuanto a su longitud, pero en este caso usaremos una varilla Coperwell de 1.80 m.

Para realizar este trabajo debemos usar la herramienta más adecuada en este caso la holladora igualmente que en los orados. si no tenemos la facilidad de hacerlo nosotros mismos, contrataremos alguna persona que lo haga técnicamente.

Luego de extraer la **tierra** a un costado iremos amontonándola, a fin de que posteriormente la vayamos a utilizar.

Asimismo procedemos, en forma longitudinal, a extraer la tierra para luego en ese espacio introducir el cable de conexión.

Finalizado todo el movimiento de tierras, utilizamos toda la tierra extraída para tapar los orificios que trabajamos, de esta manera no hemos desperdiciado ningún material, pero si no es suficiente la cantidad de material tendremos que conseguir la cantidad que nos falte, pero el terreno debe quedar totalmente nivelado.

## **2.6 PREPARACIÓN DEL TERRENO**

Una vez realizada la fosa y la zanja longitudinal se procede a la preparación del terreno, pero antes debemos adquirir algunos componentes necesarios para preparar el terreno, entre estos tenemos.

### 2.6.1 SAL EN GRANO.

Son compuestos resultantes de las reacciones de neutralización, entre los ácidos y las bases. Se originan por el desplazamiento de los hidrógenos de los ácidos por metales.

Las sales se clasifican, teniendo en cuenta si la sustitución de los hidrógenos por metales se hace total o parcialmente, en sales neutras, cuando se sustituyen todos los hidrógenos del ácido, y en sales ácidas.

La sustitución parcial de los oxhidrilos de las bases por no metales, da origen a las sales básicas.

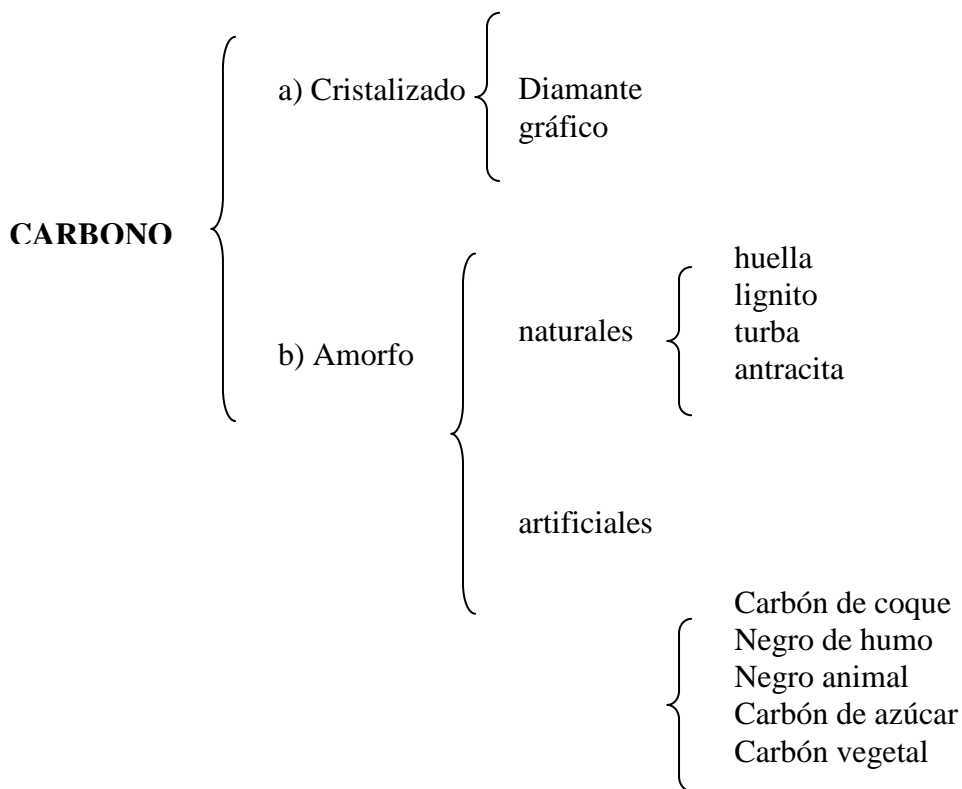
### 2.6.2 CARBÓN MINERAL.

El carbono que fue conocido desde tiempos muy antiguos se encuentra en la naturaleza en elevada proporción ya sea en estado libre como el grafito, el diamante o ya formando compuestos inorgánicos y orgánicos. Sabemos que todo compuesto orgánico posee carbón.

- a. **CONCEPTO.-** Son propiamente rocas orgánicas formadas por la transformación (diagénesis) de restos vegetales acumulados en el fondo de pantanos, lagunas o deltas fluviales.

Mediante la acción de bacterias anaerobias que han provocado la descomposición de los hidratos de carbono (celulosa y lignina) enriqueciéndose progresivamente en carbono mineral.

**b. Clasificación.** El carbono presenta dos variedades como se ve en el siguiente cuadro.



Los carbones según su origen de formación se clasifican en naturales y artificiales.

Los carbones naturales, según el tiempo y proceso de carbonización, se dividen: en cristalizados y amorfos. Los primeros son los más antiguos que han adoptado figuras poliédricas y contienen un 100% de carbono puro; son ejemplos típicos el

diamante y el grafito. Los segundos son minerales sin forma determinada, de formación más reciente que los anteriores y con una composición de 50 a 90o/o de carbono. A este grupo de carbones pertenecen los minerales clásicos de: la **Hulla, la Antracita, el Lignito y la Turba.**

Los carbones artificiales (elaborados por el hombre) son principalmente: el Coke, el Negro de humo, el Negro Animal y el Carbón de leña.

1. **Diamante.** Es la variedad más pura del carbón, es el cuerpo mas duro que existe, se emplea como piedra preciosa; de color blanco de otros colores.
2. **Grafito.** Es el carbón que lleva un 5% de impurezas; es blando laminar, untuoso al tacto, raya el papel. Se emplea como minas de lápiz, como electrodo de linternas, arco voltaico.
3. **Coque.** Es el residuo que queda de la destilación seca de la madera.
4. **Negro animal.** Se lo obtiene por destilación de huesos, posee solamente un 10% de carbón, se usa como decolorante.

5. **Carbón vegetal.** Se lo obtiene por destilación de la madera, se usa como combustible doméstico, en la fabricación de pólvora.

### 2.6.3 EL HIERRO

El hierro es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre de la cual forma aproximadamente el 4,6%.

No se encuentra como metal nativo, si no combinando, formando diversos minerales como: óxidos, hidróxidos, carbonatos, sulfuros, etc.

Los principales minerales de Hierro son: Pirita, Magnetita, Oligisto, Sidesita y Limonita.

#### a. Metalurgia del Hierro

Para extraer el Hierro de los minerales que lo contienen, se emplean algunos procedimientos, pero el más común es el del alto horno.

En términos generales el procedimiento del alto horno es el siguiente:

1. Separación del mineral que contiene Hierro, de la escoria o ganga, por medio de un tratamiento mecánico.
3. Mezcla del mineral con un fundente.

- Si el mineral es arcilloso (Oxidos de Hierro) se lo mezcla con caliza.
  - Si el mineral es calcáreo (Siderita) se lo mezcla con arcilla.
3. Colocación, dentro del alto horno, de esta mezcla en capas alternadas con coque.
  4. Encendido del alto horno; se hace circular abundante aire precalentado para facilitar la reacción del coque con el mineral de Hierro.

La temperatura del alto horno es de aproximadamente 16500C; a esta temperatura el Hierro se funde y queda libre.

5. Recolección del Hierro derretido en recipientes especiales. Este Hierro contiene 2 a 5% de Carbono y pequeñas cantidades de Magnesio, Silicio y Azufre.

#### **2.6.4 LA CAL**

Después de explotarse la piedra caliza que está constituida químicamente por carbonato de calcio ( $\text{CO}_3 \text{Ca}$ ), se somete a la acción del calor en hornos intermitentes llamados caleras.



- a. Hornos de cal.-** Funcionan en nuestro medio con la combustión de leña y son construidos con paredes gruesas de cal hasta una altura de 8 a 10 metros o también son construidos en la tierra aprovechando los desniveles.

Naturales del terreno, con el fin de evitar las pérdidas de calor por irradiación. La base del horno está provista de una ventana o abertura por la cual se extrae la cal preparada; por la parte media lateral se halla otra ventana por la cual se introduce el combustible y por la parte superior se encuentra la principal por la cual se carga material calizo en forma continua conforme va descendiendo o quemándose la piedra caliza y transformándose en cal viva u óxido calcio.

#### **b. PROPIEDADES DE LA CAL**

Absorbe el agua con gran desprendimiento del calor:

La cal pura es blanca amorfa;

Su densidad es de 3,4 g/c.c.

En el horno eléctrico se volatiliza y con carbón se reduce a carburo calcio (C Ca<sub>2</sub>):

Se funde a los 2.580° C.

El calor no la descompone sino el frío, por cuanto reacciona con la humedad ambiental.

### **2.6.5 INSTALACIÓN DE LA VARILLA COPERWELL**

Los sistemas de antenas requieren una protección para garantizar un adecuado cuidado de las mismas. Es por esta razón que debemos tener ciertas consideraciones. Debemos crear una línea a tierra con contactos reales y componentes de calidad que asegure la invariabilidad de los parámetros y una alta calidad en su desempeño.

La instalación de línea a tierra depende del terreno, del ambiente en el cual se va a realizar. En cuanto al terreno podemos clasificarlo en blando arenoso y rocoso. Según el ambiente, puede ser a la intemperie o cerrado. Estas consideraciones determinan la complejidad en la elaboración.

Para mejorar la resistividad del terreno, se utilizan diferentes métodos con el objeto de lograr una buena conexión a tierra.

Por esta razón se pueden encontrar líneas a tierra que sólo se hacen clavando una varilla en un terreno húmedo y otras donde se debe preparar el terreno con componentes.

Luego la varilla se entierra hasta que quede a unos 5 o 10 cm. del tope del hueco, que debe contener los componentes que mejoraran la resistividad del suelo.

A continuación procedemos a realizar el empalme o conexión del alambre, en la varilla de cobre utilizando el conector se recomienda apretar lo suficiente para garantizar un contacto firme y duradero.

Una vez realizado el empalme entre el cable y la varilla, cubrimos el hueco con la misma tierra que se sacó previamente hasta quedar completamente tapado, el cable debe ser llevado a través de las paredes hasta donde se realizará la conexión.

Posteriormente puede taparse el terreno con una tapa delgada de cualquier material.

#### **a. Electrodo de puesta a tierra**

Es un conductor o grupo de ellos en íntimo contacto con el suelo para proporcionar una buena conexión a tierra, puede ser una varilla, una placa, una cinta o un cable.

El electrodo más común es la varilla de cobre, una varilla de buena calidad debe ser de cobre sólido con un mínimo de 1,80 mts. la cual tiene una vida útil de más

de 30 años, también podemos usar varillas de recubrimiento electrolítico, las de mala calidad son aquellas que vienen esmaltadas o pintadas simulando ser cobre.

#### **b. Conector de puesta a tierra**

Es un borne de cobre destinado a asegurar. por medio de una conexión especialmente diseñada dos o mas componentes varilla y cables. de un sistema de puesta a tierra

#### **2.6.6 Suelo artificial**

Es un Compuesto preparado industrialmente, de baja resistividad y utilizando para resistir la resistencia de puesta a tierra de un electrodo enterrado.

Debemos siempre recordar que los materiales utilizados deben ser de la mejor calidad posible y no utilizar varillas recubiertas en cobre.

En algunos casos se pueden utilizar varias varillas creando un sistema de malla para garantizar una mayor protección.

El diámetro del cable que se utilice depende de la cantidad que tiene el sistema de antenas, entre más cantidad de equipos se tenga, el calibre debe ser de un número menor es decir es alambre más grueso, en este caso usaremos tipo de alambre AWG No 8.

## **2.7 AISLANTES**

### **2.7.1 El Aire**

Como primer aislante se estudia el aire, que, no cabe duda, tiene su importancia, ya que es el único para conductores desnudos, en líneas telefónicas, transporte de energía y multitud de casos en los que separa un cuerpo conductor de otro.

El aire presenta el inconveniente de no tener una rigidez eléctrica constante, ya que varía con la presión, la temperatura y el grado higroscópico del medio ambiente.

El aire caliente se ioniza con facilidad, es decir, que se hace conductor. Esto sucede, por ejemplo, en los interruptores para grandes intensidades, en que es necesario disponer de cámaras desionizadoras para eliminar este problema.

### **2.7.2 Algodón y seda**

Estos aislantes naturales son empleados desde siempre el algodón y la seda. Como resultan ser higroscópicos, es decir, que absorben humedad, se les impregna de parafina, con lo que se reduce este efecto.

### **2.7.3 Mica**

Es un aislante natural, que se presenta en forma de finos panes laminares. Es un aislante térmico muy bueno, pero tiene el inconveniente de carecer de resistencia mecánica, lo que hace que sea muy débil y fácil de romperse.

Se emplea para fabricar arandelas aislantes, aislar resistencia de calefacción, etc.

### **2.7.4 Fibra de vidrio**

Se emplea como aislante del calor. Se presenta en el mercado en forma de hilo o trencilla. Se emplea con preferencia como aislante exterior de los conductores que ha de soportar grandes temperaturas, del orden de los 150° C o más. También se usa en salidas de bornas de los bobinados de máquinas eléctricas, así como de elementos calefactores o que están metidos a gran temperatura, pero, para estos casos, en forma de macarrón.

### **2.7.5 Goma**

La goma se emplea por ser buen aislante, resultar flexible y por soportar las cargas mecánicas sin romperse.

También se emplea la goma sintética o artificial. Entre los más importantes se citan los neoprenos, solprenos, perburán, tivilol, etc.

### **2.7.6 Aislantes plásticos, resinas sintéticas**

En la actualidad es grande el auge de los conductores con aislamiento plástico, ya que, dentro de su rigidez mecánica, son fáciles de tratar y trabajar, habiendo desplazado a los aislamientos de goma y algodón embreado.

Entre las resinas sintéticas, una de las más empleadas es el cloruro de polivinilo, que tiene multitud de aplicaciones. Las tensiones que soporta no son muy elevadas, pero si suficientes para las de suministro en instalaciones de baja tensión.

### **2.7.7 Papeles**

Como aislantes se emplean diferentes clases de papeles (sobre todo el prepán) en el bobinado de motores y transformadores.

Otros materiales aislantes empleados son la tela aceitada, la madera y la bakelita.

## CAPITULO III

### 3.1 SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Los materiales a utilizar para el determinado proyecto hemos visto necesario los siguientes:

Pararrayo

Conectores

Cable

Puesta a tierra

#### 3.1.1 EL PARARRAYO

Ya que en el mercado existen un sin número de tipos de pararrayos realizamos la investigación necesaria ya que este deberá satisfacer las necesidades requeridas para la adecuada protección.

Entre otros tipos existentes tales como:



**3.1.2 PARARRAYO DE PUNTA** .- Este no brinda una protección adecuada ya que este no tiene la capacidad de captar las descargas eléctricas atmosféricas a grandes distancias.

**3.1.3 PARARRAYOS DE ALTA POTENCIA**.- Este tipo de pararrayos es específicamente destinado para transformadores de alta potencia empleadas en las empresas eléctricas que brindan una protección adecuada para este.

**3.1.4 PARARRAYO DE TRES PUNTAS**.- con capacidad de mayor captación y mayor distancia de protección que es utilizado para la protección de todo tipo de antenas en general.

Este tipo de pararrayo cumple con los requisitos establecidos ya que brinda una protección adecuada para salvaguardar las vidas humanas materiales equipos y hemos visto conveniente su utilización este tipo de pararrayos tiene un alcance de 200mts a la redonda y varía su alcance dependiendo a la altura que se coloque el pararrayo.

## **3.2. CONECTORES**

Los conectores varían de acuerdo al tipo de empleo que realice hemos visto conveniente el uso del conector tipo abrazadera puesto que este tiene las siguientes características tales como son gran durabilidad y está construido de cobre por lo cual soporta los cambios de clima y de temperatura tiene la característica de un buen ajuste esto nos proporciona una buena conexión.

Puesto que el tomillo que se encuentra en la parte posterior nos ayuda ha maniobrar correctamente.

### **3.3. CABLE**

Existen diferentes tipos de cable con un sinnúmero de características tales como son:

Cable de trenzas

Cable de triples

Cable pelado de baja potencia o cable AGW # 8

**CABLE AGW # 8.-** este tipo es multiuso es él mas usado para este tipo de instalaciones ya que este resiste el paso de alto voltaje y no se deteriora con el paso del tiempo y se encuentra cubierto por PVC esto impide su deteriorización prematura es de fácil utilización ya que este tipo de cable no tiene una cubierta blindada y es de fácil manejo.

### **3.4. PROTECCIÓN A TIERRA**

Según los estudios realizados pertinentemente hemos visto que es necesario que la descarga eléctrica emitida por el rayo repose en algún lugar como no contamos con aparatos para el aprovechamiento de esta fuente de energía por

lo cual hemos implementado una toma a tierra ya que ella presta una protección adecuada para este tipo de descarga. La creación de este tipo con los Ingrediente seleccionados para que la descarga eléctrica emitida se disperse por esta y no afecte a equipos, materiales, vidas humanas los ingredientes a utilizar que hemos considerado por sus características y ventajas de conductividad son los siguientes a mencionar.

- Limadura de hierro
- Cal
- Sal
- Carbón mineral

En si todos estos elementos son necesarios ya que cada uno de estos tiene características necesarias para tal empleo.

Esto se lo realiza en un lugar estratégico puesto que este tipo de puesta a tierra tiene que brindar las protecciones establecidas para tal utilidad.

## CAPITULO IV

### 4. REQUERIMIENTO TÉCNICO

#### 4.1. MATERIALES

Para la implementación de nuestro proyecto después de un análisis físico hemos considerado contar con algunos materiales es decir que cumplan con las características y funciones adecuadas que se requieren para el perfecto funcionamiento y desempeño del proyecto entre los materiales fundamentales consideramos los siguientes:

- Pararrayos
- Varilla Coperwell
- Línea de TX o cable AGW N°- 8
- Conectores
- Sal en grano
- Limadura de He
- Carbón mineral

## **4.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES**

A continuación describimos las características que deben reunir cada uno de estos materiales para lograr un perfecto desempeño en su funcionamiento en la protección de las antenas del ITSA y no solamente a estas sino también a todos los equipos eléctricos electrónicos y elemento militar y civil que se encuentran desempeñando varias funciones en estas inmediaciones.

### **4.2.1. EL PARARRAYO**

Son aparatos denominados puntas, lanzas o pararrayos, un pararrayo colocado en un lugar estratégico y muy bien instalado ya con una perfecta conexión a tierra lograra cubrir unos 200 m. a la redonda; las puntas o lanzas son las destinadas a la captación de las descargas eléctricas atmosféricas que se dan en un momento critico estas lanzas puede ser de platino o de otro tipo de materiales que cumplen con las mismas características iguales o la del platino pero con un costo mucho más conveniente

### **4.2.2. VARILLA COPERWELL**

Es uno de los elementos o materiales para la instalación de la protección de sistemas de antenas en el ITSA esta mide 1,80 m de longitud esta elaborado

cobre puesto que este cumple con la característica deseada ya que es un material conductor y nos ayuda para la descarga de las cargas eléctricas atmosféricas que son atraídas por el pararrayos que este unido a una línea de transmisión y conectadas a la Varilla Coperwell realizamos un perfecto funcionamiento de este proyecto. Es decir una descarga apropiada a tierra.

La varilla coperwell esta colocada en un sitio libre de tuberías metálicas, canalizaciones, conexiones eléctricas y en un lugar donde no haya aproximaciones humanas para su instalación cavaremos aproximadamente 1,50m. con ancho de 50 cm. por lado en este orificio en el piso colocaremos una malla, de hierro, sal, cal, limadura de Fe, carbón mineral conjuntamente con estos materiales lograremos el propósito deseado por nosotros y a continuación describimos y enunciaremos sus características.

#### **4.2.3. LÍNEA DE TX O CABLE AGW No- 8**

La línea de TX o cable te AGW No-8 se encuentran en el mercado de diferente forma presentación, diámetro y longitud. Estos dependiendo del diámetro o grosor soportan cantidades de descargas eléctricas atmosféricas.

Pero de acuerdo a su construcción y tipo se determinara en una forma muy inteligente, se podrá seleccionar el tipo de cable adecuado para la aplicación que nosotros vamos a realizar.

El cable o línea de transmisión puede ser sólidos o cableados y estos pueden o no tener una cubierta aislada común o sí la puede tener.

También podemos decir que la línea de Tx sólido es único conductor en cambio lo contrario es con la línea de TX cableado es un conjunto de varios conductores, también diremos que es una línea de transmisión o cable, es un hilo trenzado o cuerda.

Después de describir todo lo respecto de una línea de transmisión describiremos las características y como esta echo el cable AGW. El cable o línea de transmisión esta constituido de un material o metal ya sea de cobre o aluminio pero el que hemos elegido es el de cobre, para su protección y para evitar accidentes rutinarios con otras instalaciones eléctricas o vidas humanas tomamos la precaución que este tenga un aislamiento de caucho lo suficientemente fuerte y flexible para poder manipular y realizar sus conexiones adecuadas con el pararrayo y la varilla coperwell lo cual uniremos con conectores pipo abrazadera lo hemos escogido este por su grosor y que este nos brinda más capacidad de soportar las descargas eléctricas atmosféricas.

#### 4.2.4. CONECTORES

Son elementos que nos ayudan a que los conductores estén en un buen contacto tanto con las partes metálicas y masas que vamos a poner a tierra, también tenemos que poner a consideración que las conexiones de los conductores y las masas que vamos a poner a tierra debemos realizarlo con las precauciones necesarias del caso por medio de conectores asegurándonos el contacto de la línea de transmisión y la varilla Coperwell y entre el pararrayo y la línea de transmisión esto también se logra con tornillos y suelda pero no es recomendable unir estas conexiones con una suelda de estaño o plata ya que es de mala calidad, los conectores tienen la característica de fácil uso y manipulación ya que se lo puede sacar, poner y mover a cualquier lugar lo que no sucede con la suelda esto conectores son de un material conductor de aluminio, cobre, Fe, etc.

Hemos destinado para este trabajo las grapas para una conexión adecuada en la posición adecuada en la posición vertical con la varilla Coperwell y la puesta a tierra esta grapa nos hace posible manipular la varilla Coperwell y la línea de TX y a cable AGW No-8 con más facilidad y realizar la conexión donde nosotros queremos.



#### **4.2.5. MALLA METÁLICA O MALLA DE HIERRO**

Para empezar dando características de estos materiales que son parte de la implementación del proyecto aremos algunas aclaraciones acerca del hierro es un metal conductor que se encuentra en minas y yacimientos estas se encuentran en estado sólido a veces mezclados con otros metales y no metales.

La malla metálica esta formada por hilos o alambres metálicos los cuales forman esta malla, están tejidas en diferentes formas cruz, rombos, cuadrados, etc; ésta sirve como base para colocar la varilla Coperwell ya que esta malla es un buen conductor eléctrico conectado a la varilla Coperwell permitirá una descarga de los rayos en una forma adecuada que ir a tierra y se neutralice sin dañar ni causar daños a personas y equipos.

#### **4.3. LIMADURA DE HIERRO**

Estos se obtiene de muchas partes ya sea de una fabrica o empresa y mecánica industrial que estén trabajando con el hierro preparado o fundido, estas al operar o realizar diferentes tipos de trabajo como por ejemplo el corte de planchas de hierro de varillas columnas y la perforación en estas planchas la utilización del torno estas actividades nos deja mucha limadura de hierro se obtiene como un

desecho, esta limadura de hierro en grandes cantidades nos brindan muchos beneficios ya que en una buena cantidad se forman un conductor de energías muy bueno.

#### **4.3.1. SAL**

Es un elemento o mineral que se encuentra en la naturaleza en su estado natural, no es muy buen conductor, pero aquí se describe como se forma un buen conductor.

También nombraremos que la sal con abundante agua es un buen conductor es decir permite el paso de la energía fácilmente pero se destacara que la sal humedecida forma un perfecto conductor y desde luego dejamos en consideración para su prueba, remojar una cantidad de sal tomar un multímetro colocamos una punta al inicio y otra al final se observara que hay continuidad es decir será un perfecto conductor.

#### **4.3.2 CAL**

Es un material que para llegar ha este estado a pasado por un procesamiento desde su estado natural que se lo encuentra en forma de rocas calizas hasta lo que es la cal.

Las calizas se hallan en grande cantidades en el Ecuador la cual es aprovechado para tomar en grandes cantidades y meter estas calizas en un horno muy grande donde son quemadas y al sacarlas son rociadas de agua para obtener la cal.

La cal conjuntamente con la sal remojada forman unas acideces que son casi igual que un electrolito es decir nos brinda las características que se necesita para el mencionado proyecto puesto que la cal con la sal forman una acidez como ya la mencionamos y así formando un perfecto conductor para una descarga eléctrica.

## CAPITULO V

### 5. ADQUISICIÓN E IMPLEMENTACIÓN

**5.1 Adquisición.-** Como hemos visto la necesidad de implementar un sistema de protección hemos hecho la adquisición de dicho sistema como es el pararrayo, como no contábamos con los conocimientos necesarios para su fabricación para lo cual hicimos los estudios pertinentes para establecer un mejor sistema de protección que brinde la protección requerida y que satisfaga las necesidades establecidas; para lo cual el estudio de un sinnúmero de tipos de pararrayos, estudiamos sus características el rango de cobertura.

Por lo cual tomamos la decisión de implementar el tipo de pararrayo de tres puntas ya que este nos proporciona las ventajas necesarias para brindar la protección requerida. Para su implementación hemos utilizado una torre de hierro ya que a mayor altura el rango de cobertura será mayor y captara con mayor facilidad las descargas eléctricas atmosféricas.

**5.2 Línea de transmisión.-** Para su adquisición realizamos el estudio pertinente como son las características de cada una de estas líneas de transmisión, realizado el estudio del material que está constituido y las ventajas que brindan hemos visto que el más conveniente para este tipo de uso el AGW No-8 ya que este cable es el adecuado para soportar el paso de descargas eléctricas, y mantenerse en buen estado al paso del tiempo y a los cambios del clima.

Para su mejor desempeño realizamos su instalación verificando los estándares establecidos para su utilización.

Para lo cual utilizaremos una medición necesaria para su implementación usaremos grampas para que este cable se encuentre bien sujeto al piso y verificamos que éste no este atravesando por cables eléctricos, materiales conductores de electricidad puesto que este no permitirá su desempeño correcto.

**5.3 Conectores.-** El conector que hemos visto apropiado por este tipo de uso ha sido el conector tipo grapa ya que de acuerdo a sus características y ventajas. Este tipo de conector satisface las necesidades establecidas. Para la utilización tomamos en consideración su importancia, basándonos en sus características para el adecuado empalme con la línea de transmisión y la varilla Copewell fijándolas con el tornillo, y asegurándonos, estén bien sujetados, y el conector este fijo y que la conexión este realizada correctamente para que en el futuro no haya ningún tipo de accidente y el mal desempeño de este sistema de protección.

**5.4 Protección a tierra.-** De acuerdo con esto, la puesta a tierra se establecen principalmente para la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegúrese la actuación de las protecciones y eliminar o por lo menos, disminuir el peligro que supone una avería en el material empleando para una instalación dada, la toma a tierra están constituidas por los siguientes elementos:

- Electrodo
- Línea de enlace con tierra
- punta de puesta a tierra

La instalación la hemos realizado siguiendo las prescripciones reglamentarias establecidas depende de varios factores tales como la naturaleza del terreno, el contenido de humedad se prescriben que los electrodos artificiales deben estar enterados a una profundidad que impidan sean afectados por las labores del terreno y por las heladas. El terreno debe ser tan húmedo como sea posible y preferentemente, tierra y vegetal deben tenderse suficientemente distantes de los depósitos a infiltraciones que puedan atraerlos fuera de los pasos de personas o vehículos.

Esta parte de la protección contra la descarga es de importancia primordial ya que una mala toma de tierra no solamente hace ineficaz la instalación de pararrayo, sino que en caso de tormenta la situación es más peligrosa.

**5.5 Soporte.-** Los soportes a torres existentes en el mercado con un sin número de características y ventajas para lo cual hemos visto conveniente la utilización de la torre de fabricación casera ya que en esto podemos poner los parámetros necesarios para nuestro requerimiento y su fabricación es sencilla y de fácil utilización ya que a la torre le proporcionamos de ganchos que nos permite el aseguramiento de esta y también de otra base aislante en donde va el pararrayo que necesite estar en un lugar que no tenga ningún conductor de electricidad para su adecuado desempeño de la torre en si lo hemos realizado utilizado una varilla de hierro de 2 y de 4 pulgadas, las de 4 pulgadas la vamos a utilizar como base de esta torre, y las de 2 pulgadas para fijar y unir las a las de 4 pulgadas para que esta torre se mantenga fija.

## CAPITULO VI

### 6.1. PRUEBA Y ANÁLISIS DE RESULTADO

**6.1.1. PRUEBAS.-** Se sabe que una prueba es poner frente a varias condiciones algún proyecto algún plan que se ha desarrollado para alcanzar algún objeto teniendo en consideración todos los recursos necesarios para poner en funcionamiento dicho plan o proyecto.

El proyecto mencionado que es la instalación de un pararrayo para implementar seguridad de las antenas de comunicaciones del ITSA frente al fenómeno de descargas eléctricas atmosféricas que se producen en momentos críticos, pero tomando en consideración que casi para probar el mencionado proyecto no siempre vamos a tener descargas eléctricas atmosféricas, hemos optado probar utilizando un voltímetro y poniendo en las puntas del pararrayo 110 voltios la cual permitiendo probar si esta en un buen estado el pararrayo, y si este esta apto para descargar a tierra las cargas o voltajes que recibe, un voltímetro es un aparato que se puede medir, voltaje, amperaje entre otros pero se ha colocado en la mediación de voltajes para dicha prueba y se ha observado si hay continuidad en el voltímetro dependiendo a esto se podrá dar un criterio formal



respecto a las pruebas, también tenemos que tener en consideración de probar la línea de transmisión los conectores que conectara la línea de TX. con la varilla Copewell y el pararrayo en sí la prueba a la línea de TX se ha realizado también con un voltímetro para detectar que no vaya ningún tipo de fuga y sea inspeccionado que no haya averías puesto que esto no dejara funcionar perfectamente, y esto puede producirnos accidentes ya sea de tipo material o humano, por la línea de TX se va a dirigirse las cargas hacia la varilla Coperwell y esta conducirá a tierra y neutralizarse estas cargas pero son muy peligrosas al llegar a tierra los conectores se han verificado que se encuentre en una posición adecuada y que estén perfectamente aseguradas y asiendo un contacto adecuado con la línea TX y la Varilla Coperwell el pararrayo y la línea de TX ósea obteniendo un buen funcionamiento de este proyecto.

## **6.2. ANÁLISIS DE RESULTADO.**

Se ha determinado para llegar a un análisis de resultado se debe realizar las pruebas pertinentes de todos los elementos que conformaran el proyecto en si y ha estos se han realizado tales pruebas y los describiremos a continuación, los cuales nos servirán para obtener resultados positivos.

### **6.2.1. EL PARARRAYO.**

Al realizar las pruebas en el pararrayo se puede observar el resultado que al ingresar un voltaje de 110 voltios en una de las puntas del pararrayo se obtuvo lo siguiente, que el voltaje ingresado es el mismo voltaje de salida este resultado lo obtuvimos con la utilización del voltímetro ya que con este pudimos observar la continuidad existente.

Con esto verificamos que las conexiones del pararrayo con la línea de transmisión que se encuentra sujeta con el conector esta bien realizado y que el pararrayo cumple con las características establecidas.

Cabe mencionar que para obtener este resultado no disponemos de descargas eléctricas atmosféricas por tanto creamos descargas artificiales para poder verificar su correcto funcionamiento.

### **6.2.2. LÍNEA DE TRASMISIÓN Y TOMA A TIERRA**

Para analizar los materiales empleados tales como: el cable AWG No-8 y la toma a tierra que esta formada por una varilla Coperwell, conector ,sal, cal, agua, limadura de hierro, carbón mineral y malla de hierro.

La línea de transmisión se lo analizado con mucho cuidado primeramente observando físicamente y luego para asegurarnos de su adecuado desempeño utilizamos un voltaje de 110 en la entrada, y verificamos su continuidad en la salida de la línea de transmisión por lo cual utilizamos el voltímetro, esto nos ayudo a encontrar posibles averías en la línea de transmisión que puede causar daños materiales y humanos.

Puesto que la línea de transmisión esta conectado a la toma tierra se ha analizado que se disperse correctamente las cargas eléctricas atmosféricas, pero en este caso no cantamos con tales descargas por lo cual seguiremos usando los 110 voltios, lo cual nos ayudara a observar el adecuado desempeño y la capacidad de disipar tales descargas eléctricas atmosféricas.

La toma a tierra que no es otra cosa que una fosa cavada de 1.50m. de profundidad y de 50 cm de ancho en la cual va una malla para sujetar la varilla Coperwell, esta el carbón que es un buen conector la limadura de hierro, sal que conjuntamente con un poco de agua se vuelve un perfecto conductor, la cal con todos estos elementos logramos realizar una perfecta toma a tierra, puesto que la preparación de esta fosa nos ayuda a disipar adecuadamente las descargas eléctricas atmosféricas.

**CAPITULO VII**  
**MARCO ADMINISTRATIVO**  
**7.1 PRESUPUESTOS**

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Varilla Coperwell	1	12.00
Pararrayo	1	80.00
Sal mineral	12 Libras	6.00
Carbón Mineral	1qq	10.00
Limadura de Hierro	1qq	1.00
Cal viva	1/2 qq	10.00
Cable AWG # 8	100metros	100.00
Conectores	2	3.00
Plancha de Tol	1	10.00
Tornillo de Perno	8	3.00
Base de caucho	1	5.00
Malla metálica	1	2.00
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>242.00</b>

**OTROS**

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Papel	500 Hojas	5.00
Computador	50 Horas	60.00
Empastado	3	15.00
Anillado	2	4.00
Copias	60	2.40
La torre	1	30
la base	1	10
Alambre	11libras	10
tarro de pintura	1tarro	12
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>148.40</b>



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
ESCUELA DE TELEMÁTICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN PARARRAYO

LATACUNGA – ECUADOR

**7.2 CRONOGRAMA  
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

ACTIVIDADES	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Entrega de perfil de proyecto		x																						
Recopilación de información			x																					
Cotización de los materiales				x	x	x	x	x	x	x	x	x												
Estudio y localización del área donde se construirá la fosa													x	x	x	x								
Adquisición de materiales																	x	x						
Implantación del pararrayo y línea de transmisión																	x	x						
Movimiento y reparación de la tierra para la fosa																		x	x	x				
Implementación de la varilla Coperwell																				x				
Prueba de funcionamiento																				x	x			
Elaboración del borrador de la monografía																					x	x	x	

CBOS: LUIS PASTE  
CBOS: JAIME GUALOTO

COORDINADOR SBOS: EDGAR CHÁVEZ

## CAPITULO VIII

### 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para culminar describimos algunas conclusiones a los que hemos llegado y las recomendaciones que hacemos para evitar contratiempos.

#### 8.1. CONCLUSIONES

- Que la varilla que elegimos para la toma a tierra es resistente a la corrosión.
- Que la sal conjuntamente con el agua forma un perfecto conductor.
- Que una fosa bien preparada nos brinda una alta capacidad de conducción y disipación de cargas o voltajes.
- Una perfecta instalación de un pararrayos nos brinda protección tanto a los materiales eléctricos electrónicos y vidas humanas.
- Que no se puede usar el para rayo de transformadores aquí ya que el que debemos usar es el de protección para antenas.

- La instalación de un pararrayo Brinda buenas condiciones de seguridad de las estaciones del radio.
- Un pararrayo bien instalado y conectado a tierra protege una zona incluida dentro de un cono de protección cuyo vértice esta en la punta del pararrayo.
- Los pararrayos están destinados a la recepción del rayo.
- La puesta a tierra comprende toda la ligación metálica directa .
- La puesta a tierra se establecen principalmente para limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar.
- La puesta a tierra de protección instala para prevenenir accidentes personales en caso de contacto directo o indirecto.
- La cal conjuntamente con la sal forman un tipo eléctrico.

## **8.2. RECOMENDACIONES**

- La línea de TX debe ser cerciorada que no haya ninguna avería a daño.
- El pararrayo de ve estar sujetado perfectamente a la línea de TX mediante un conector.
- Las conexiones que realizamos no debemos realizar con suelda de estaño o plata ya que no son muy resistentes.



- La toma a tierra nunca debe estar junto a los canales, tuberías que sean de metal.
- La toma a tierra tiene que estar siempre húmeda.
- La toma tiene que estar siempre alejada de los basureros y en un lugar donde no transiten seres vivos.
- El pararrayo debemos usar el 4 puntas ya que este nos brinda mayor protección.
- Que la fosa tenga una protección para que no se susciten accidentes .
- La línea de TX ha usarse deben ser el alambre de cobre AWG No-8 por su espesor.
- El pararrayo debe ser instalado en la parte más alta.

### 8.3. BIBLIOGRAFÍA

<b>NOMBRE DEL LIBRO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>PAGINA</b>
Ciencias Naturales	Meneses Mena Edición I	149-156
Guías practicas de electricidad y electrónica	Anónimo Edición No III	30-33
Manual del Electricista	J. Roldan Viloría Edición IV	512-516
Hola Química	Fabio Restrepo Merino  Edición II	51 - 53
Química	Armendáriz edición No II	222-224
Instalaciones Básicas Eléctricas	D. Ramírez Edición I	23 – 40
Instalaciones Eléctricas para edificio	M. D. Ramírez Edición II	15 - 34

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR**

.....

**CBOS. LUIS PASTE**

.....

**CBOS. JAIME GUALOTO**

**SUBDIRECTOR DE LA ESCUELA TELEMÁTICA**

Mayo. Tec. Avc. Ing. Eduardo Castillo

Latacunga, 11 de diciembre del 2001.

---

CBOS: LUIS PASTE  
CBOS:JAIME GUALOTO

COORDINADOR SBOS: EDGAR CHÁVEZ

## GLOSARIO

### **Conductor**

1. Que conduce.
2. Que deja pasar fácilmente a través de su masa el calor o la electricidad.

### **Disyuntor**

1. Aparato eléctrico que tiene por objeto abrir automáticamente el paso de la corriente eléctrica.

### **Descargador**

1. Dispositivo compuesto de dos electrodos entre los cuales tiene lugar una descarga disruptiva.

### **Resistencia**

1. Causa que se opone a la acción de una fuerza: eléctrica.

### **Intensidad** (de intenso)

1 Magnitud de una fuerza

I) **imán** (diamante, metal duro)

### **Permanente**

1. Que permanece.

**Electroimán** (electro- + imán)

**Captor**

1. Dispositivo que sirve para atrapar cualquier tipo de tensiones ya sean estas eléctricas o atmosféricas, un captor puede ser una varilla coperwell.

**Pendiente**

1. Parte inferior de los estandartes y banderas.

**Emplazamiento**

1. Posición, colocación, ubicación.

**Penacho**

1. Parte más alta de un edificio

**Plasma**

1. Estado gaseoso de la materia que contiene, prácticamente, el mismo número de electrones que de iones positivos.

**Explosor**

1. Aparato que acciona de lejos las cargas explosivas mediante corrientes eléctricas.

**Cabezal** (de cabeza)

6. Larguero superior del bastidor de encofrado de una mina.

**Equipotencial**

1. Que tiene la misma potencia o potencial.

**Resonancia**

1. Prolongación del sonido, que se va disminuyendo por grados
2. Sonido producido por repercusión de otro.

**Circundante**

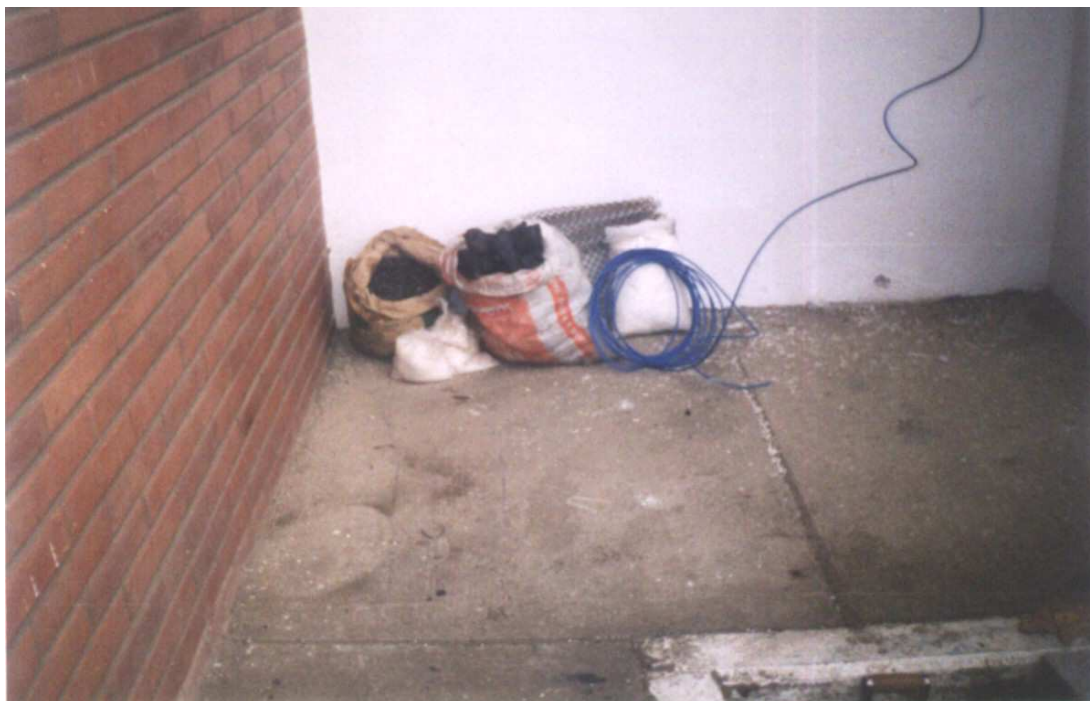
1. Que circunda.

**Convencional**

1. Falto de originalidad, acomodaticio

ANEXOS

ANEXO 1.  
MATERIALES A EMPLEAR



ANEXO 2  
CONSTRUCCIÓN DE LA FOSA





ANEXO 3  
PREPARACIÓN DEL TERRENO



ANEXO 4  
EXCAVACIÓN DE LA FOSA



---

CBOS: LUIS PASTE  
CBOS: JAIME GUALOTO

COORDINADOR SBOS: EDGAR CHÁVEZ

ANEXO 5  
COLOCACIÓN DE LA LIMADURA DE HIERRO



ANEXO 6  
COLACIÓN DEL CARBÓN MINERAL



ANEXIÓN 7  
COLOCACIÓN DE LA SAL



ANEXO 8  
COLOCACIÓN DE VARILLA COPPERWELL



ANEXO 9  
COLOCACIÓN DE LA CAL



ANEXO 10  
COLOCACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN





ANEXO 11  
CONEXIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN A LA TOMA A TIERRA



ANEXO 12  
CONEXIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN CON LA VARILLA COPERWELL MEDIANTE UN CONECTOR



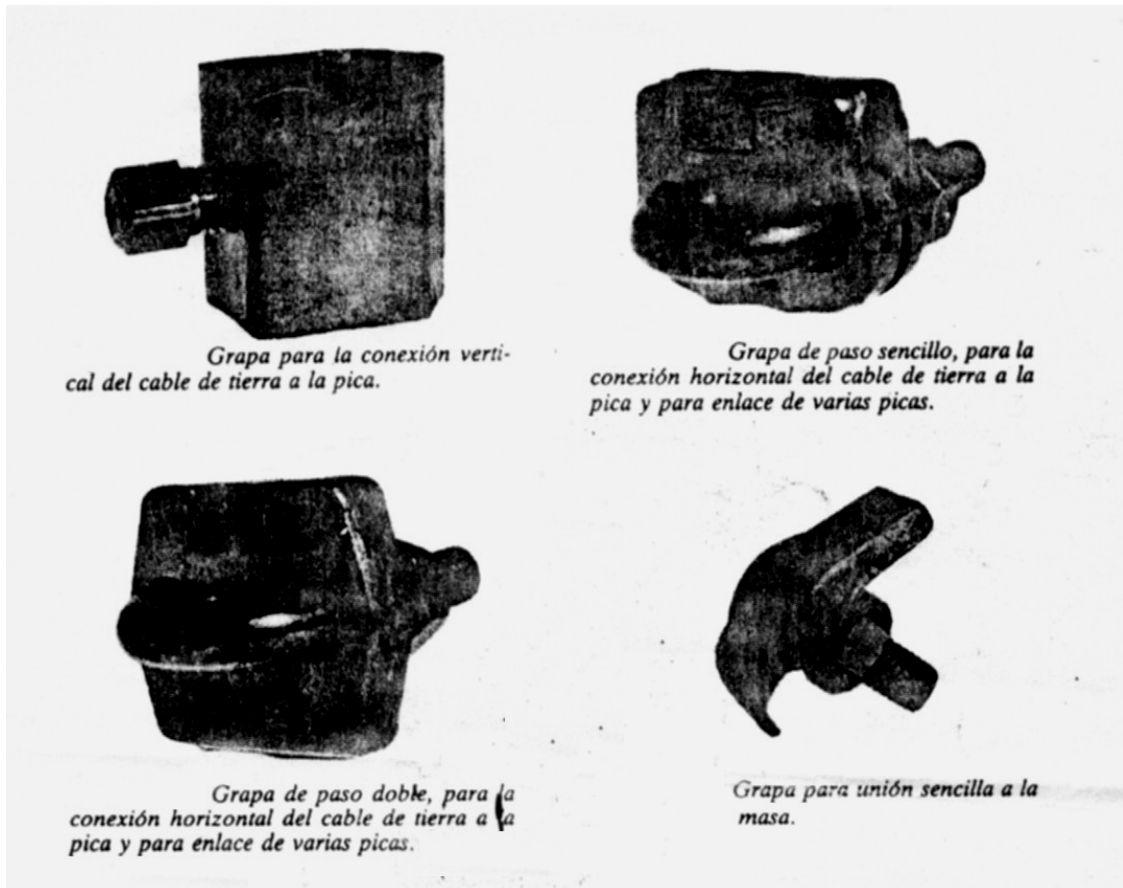
ANEXO 13  
COLOCACIÓN DEL PARARRAYO EN LA TORRE



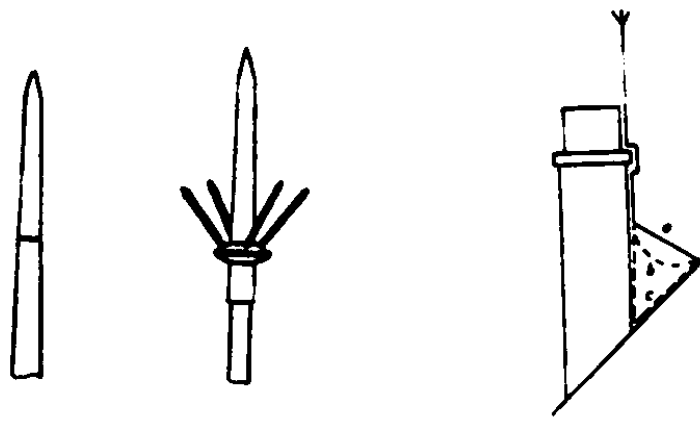
ANEXO 14  
VISTA PRELIMINAR DEL PARARRAYO COLOCADO



ANEXO 15  
TIPO DE CONECTORES



ANEXO 16  
MUESTRA Y UBICACIÓN DEL PARARRAYOS DE TRES PUNTAS



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
 ESCUELA DE TELEMÁTICA  
 IMPLEMENTACIÓN DE UN PARARRAYO  
 LATACUNGA – ECUADOR

ANEXO 17

CABLES Y ALAMBRES DE COBRE SEMI-DURO Y SUAVE

Sección Aprox.	Calibre	Construcción	Diámetro Aprox.	Peso Aprox.	Capacidad (*)	SUAVE		SEMI-DURO	
						Resistencia a 20°C y c. c.		Resistencia a 20°C y c. c.	
						Resistencia	Tension de Ruptura	Resistencia	Tension de Ruptura
mm²	AWG o MCM	Nº x mm	mm	Kg/Km	Amp.	Ω/Km	Kg	Ω/Km	
2.1	14	1 x 1.63	1.63	18.45	30	8.24	76	8.18	
3.2	12	1 x 2.05	2.05	29.47	40	5.21	119	5.33	
5.3	10	1 x 2.59	2.59	46.77	55	3.277	186	3.356	
8.4	8	1 x 3.26	3.26	74.38	70	2.061	292	2.140	
13.3	6	1 x 4.11	4.11	118.2	100	1.297	429	1.228	
13.3	8-7h	7 x 1.23	3.69	75.3	70	2.102	277	2.152	
13.3	6--	7 x 1.55	4.65	120.0	100	1.322	421	1.354	
21.1	4--	7 x 1.96	5.88	191.5	130	0.932	603	0.952	
32.6	2--	7 x 2.47	7.41	304.9	175	0.523	1071	0.536	
53.5	1/0--	7 x 3.12	9.36	484.9	235	0.329	1680	0.337	
67.4	2/0--	7 x 3.50	10.50	611.4	275	0.261	2165	0.267	
83.0	3/0--	7 x 3.93	11.79	771.9	320	0.207	2836	0.212	
107.2	4/0--	7 x 4.42	13.26	972.3	390	0.164	3297	0.168	
132.0	1/0-19h	19 x 1.89	9.45	484.9	235	0.329	1725	0.337	
67.4	2/0--	19 x 2.12	10.60	611.4	275	0.261	2162	0.267	
83.0	3/0--	19 x 2.39	11.95	771.9	320	0.207	2708	0.212	
107.2	4/0--	19 x 2.68	13.40	972.3	390	0.164	3292	0.168	
126.6	250-37h	37 x 2.09	14.62	1157.9	410	0.139	1961	0.142	
152.0	300--	37 x 2.29	16.00	1389.5	460	0.116	4872	0.119	
177.4	350--	37 x 2.47	17.30	1622	510	0.0991	5647	0.1015	
202.7	400--	37 x 2.64	18.49	1853	555	0.0808	6414	0.0849	
253.4	500--	37 x 2.95	20.65	2316	630	0.0694	7961	0.0711	
304.0	600--	37 x 3.23	22.63	2780	710	0.0578	10758	0.0592	
354.7	700-61h	61 x 2.72	24.48	3242	790	0.0496	11278	0.0506	
380.0	750--	61 x 2.82	25.33	3474	840	0.0463	12051	0.0474	
405.4	800--	61 x 2.91	26.17	3705	945	0.0434	12569	0.0444	
506.7	1000--	61 x 3.25	29.26	4632	965	0.0317	15998	0.0335	
768.0	1500--	61 x 3.98	35.82	6900	1215	0.0231	23845	0.0237	

APLICACIONES:  
Conductores para líneas aéreas o para "puesta a tierra".

\* Capacidad basada en NEC (U.S.A.) Edición 1978, para un solo conductor al aire libre a una temperatura ambiente de 30°C.

TW - COBRE - 600V - 60°C

Sección Aprox.	Conductor				Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior Aprox.	Peso Total Aprox.	Capacidad (*)
	Calibre	Diámetro Aprox.	Peso Aprox.					
	AWG o MCM	mm	Kg/Km	mm				
2.1	14-Sólido	1.63	18.45	0.76	3.15	27.0	15	
3.2	12--	2.05	29.47	0.76	3.57	39.4	20	
5.3	10--	2.59	46.77	0.76	4.11	55.0	30	
8.4	8--	3.26	74.38	1.14	5.54	97.7	40	
13.3	6--	4.11	118.20	1.52	7.15	158.1	55	
13.3	8-7h	3.69	75.0	1.14	5.97	104.4	40	
13.3	6--	4.65	120.0	1.52	7.69	168.9	55	
21.1	4--	5.88	191.5	1.52	8.92	251.5	70	
32.6	2--	7.41	304.9	1.52	10.45	379.8	95	
53.5	1/0--	9.36	484.9	2.03	13.42	603.0	125	
67.4	2/0--	10.50	611.4	2.03	14.56	744.0	145	
83.0	3/0--	11.79	771.9	2.03	15.85	920.9	165	
107.2	4/0--	13.26	972.3	2.03	17.32	1143.0	195	
132.0	1/0-19h	9.45	484.9	2.03	12.51	596.5	125	
67.4	2/0--	10.60	611.4	2.03	14.60	739.0	145	
83.0	3/0--	11.95	771.9	2.03	16.01	916.0	165	
107.2	4/0--	13.40	972.3	2.03	17.46	1123.5	195	
126.6	250-37h	14.62	1157.9	2.41	19.44	1382.3	215	
152.0	300--	16.00	1389.5	2.41	20.82	1613.3	240	
177.4	350--	17.30	1622	2.41	22.12	1864.4	260	
202.7	400--	18.49	1853	2.41	23.31	2112.8	290	
253.4	500--	20.65	2316	2.41	25.47	2606	320	
304.0	600--	22.63	2780	2.79	28.21	3149	355	
354.7	700-61h	24.48	3242	2.79	30.06	3641	385	
380.0	750--	25.33	3474	2.79	30.92	3880	400	
405.4	800--	26.17	3705	2.79	31.75	4134	410	
506.7	1000--	29.26	4632	2.79	34.84	5117	455	

APLICACIONES:  
Cables o Alambres para edificaciones hasta 600 V. C. A.  
El aislamiento del tipo TW es PVC termoplástico, resistente a la humedad, no propaga la llama y adecuado para una temperatura máxima del conductor de 60°C.

\* Capacidad basada en N.E.C. (U.S.A.) Edición 1978, para no más de 3 conductores en conduct, bandeja, cable o directamente enterrado a temperatura ambiente de 30°C.

CBOS: LUIS PASTE  
 CBOS: JAIME GUALOTO

COORDINADOR SBOS: EDGAR CHÁVEZ