

73 205



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**NORMAS DE TRABAJO, INSTALACION Y MANTENIMIENTO EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCION AEREO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

FRANCISCO JAVIER HERNANDEZ ALVARADO  
FRANCISCO RAMIREZ Y CHAN  
JESUS LABASTIDA LARIOS

Director de Tesis: Ing. Juan V. Leduc Rubio



México, D. F.

Abril de 1990

**TESIS CON FALTA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E .

|  | PÁGINA |
|--|--------|
| INTRODUCCION .....   | 1      |
| ANTECEDENTES .....   | 3      |
| CAPITULO I   |        |
| GENERALIDADES DE LA DISTRIBUCION AEREA .....   | 15     |
| CAPITULO II  |        |
| NORMAS DE TRABAJO Y CAPACITACION AL PERSONAL DE LINEAS AEREAS .....  | 37     |
| CAPITULO III   |        |
| DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCION AEREO<br>Y NORMALIZACION DEL MATERIAL QUE SE EMPLEA ..... | 69     |
| CAPITULO IV  |        |
| NORMALIZACION DE MANIOBRAS Y MONTAJES PARA LA OPERACION, INSTALACION Y<br>MANTENIMIENTO EN LINEAS AEREAS .....           | 131    |
| CAPITULO V   |        |
| EJEMPLO DE APLICACION Y CONCLUSIONES.....  | 169    |
| BIBLIOGRAFIA .....   | 189    |



## ANTECEDENTES

" Lo indispensable para el hombre es que reconozca el uso que debe dar a su propio conocimiento ".

- Platón -

## INTRODUCCION

La distribución de energía eléctrica en la Ciudad de México, se efectúa en un 80% por medio de Líneas Aéreas y el resto por redes subterráneas. Estas dos formas de Distribución son necesarias, por razones económicas - las primeras y las segundas por la magnitud e importancia de los servicios.

En el Distrito Federal las redes de cables subterráneas se emplean únicamente en zonas que tienen mayor densidad de carga, justificándose su construcción para densidades superiores a los 20,000 KVA/KM<sup>2</sup>. A pesar de que las redes subterráneas dan un máximo de seguridad en la continuidad del servicio por no estar expuestas a muchas causas que comúnmente originan interrupciones en las Líneas Aéreas, tales como choques de vehículos contra postes que las soportan, descargas atmosféricas, ramas de árboles, objetos extraños sobre las líneas, lluvias, etc. Algunas veces su construcción se ve obligada por disposiciones gubernamentales, por lo que se busca darle mejor apariencia y seguridad a las avenidas y calles.

Como ya se expuso anteriormente, las causas por las que la distribución de energía eléctrica por medio de Líneas Aéreas, es superior a las de las subterráneas, se deben principalmente al aspecto económico, debido a que el costo de un alimentador aéreo es aproximadamente 8 veces menor que uno subterráneo, además su construcción es más fácil y rápida. Hasta fines del año 1988 se tenían construidas 500 alimentadores aéreos, correspondiendo 350 de ellos a Subestaciones locales en el Distrito Federal. Las desventajas que presentan este tipo de alimentadores son las interrupciones que causan graves trastornos a la Industria, Comercio, Usuarios, etc., así como a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., que es la empresa encargada de suministrar la energía eléctrica, estas interrupciones a las que están expuestos los circuitos aéreos no se pueden prever, por lo que se procura disminuir sus efectos una vez que se han presentado, para lo cual la Compañía de Luz se esfuerza cada día más por mejorar el equipo existente, instalando Equipo Nuevo y adecuado a las necesidades actuales y futuras, reemplazando los materiales y accesorios que presenten mayor seguridad en la operación, así como la introducción reciente de "SECCIONADORES" en el sistema que nos permiten aislar las zonas dañadas, lográndose que el resto del alimentador siga en servicio.

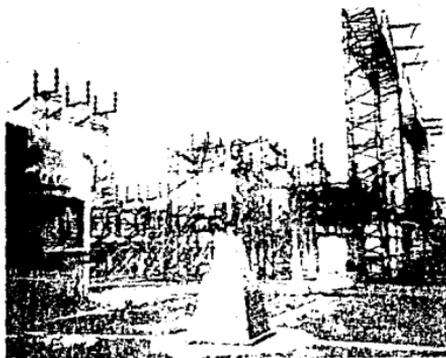
Para dar una idea de la importancia de la red de Distribución, - partiendo de estadísticas, podemos mencionar que la inversión total de La Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., que es una Empresa de Servicios Públicos Eléctricos se puede considerar dividida a grandes rasgos en: Plantas de generación con un 25%, Líneas de transmisión 10%, subestaciones 10%, red de distribución 40%, varios 15%, también el hecho de que una gran parte del costo de la energía al cliente, se debe a la proporción de la energía generada a la pérdida en la distribución, que varía con el tiempo de carga, la distancia a la cual se distribuirá y a la eficiencia del sistema.

El presente estudio tiene la finalidad de encontrar los parámetros de trabajo de campo tendientes a mejorar la instalación de los equipos y materiales de un sistema de Distribución Aérea, intercalando el concepto de la seguridad integrada al trabajo, se entiende que ésta se aplica a las personas, equipos y materiales, para lograr así una operación confiable del sistema.

Primeramente en el Capítulo I se tocará el tema de generalidades de la Distribución Aérea de Energía Eléctrica, en el cual se darán todos los conceptos, variables y sistemas que integran el objeto de estudio, posteriormente se contempla en el Capítulo II, Normas de Trabajo y Capacitación en donde se analiza la Capacitación y el Adiestramiento de los Trabajadores de Líneas Aéreas, siendo un factor importante para la eficiencia de la Empresa Suministradora.

El Capítulo III trata la descripción del equipo que forman las Líneas Aéreas y las Normas de los materiales utilizados en dichos equipos, esto con la intención de cumplir con las Normas establecidas en la misma Compañía de Luz y con las que establece la SECOFI para la seguridad del personal y de las mismas instalaciones. En seguida en el Capítulo IV que corresponde a tipos de Maniobras y Montajes, se aplican ya prácticamente todos los conceptos estudiados anteriormente, para ello se da una ligera visión de las maniobras más frecuentes realizadas en los alimentadores aéreos, así como las Normas para la realización de los montajes.

Por último en el Capítulo V, se da un ejemplo práctico de cuando se llevan a cabo trabajos de Mantenimiento.



## C A P I T U L O 1

### GENERALIDADES DE LA DISTRIBUCIÓN AEREA.

" Un HOMBRE existe porque antes existió un niño. Si aplastas un brote, jamás se convertirá en árbol ".

- A. Lombardi -

## CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA.

Un sistema de energía eléctrica consiste en una gran diversidad de cargas eléctricas repartidas en una región, en las plantas generadoras para producir la energía eléctrica consumida por las cargas, una red de transformación y de Distribución para transportar esa energía de las plantas generadoras a los puntos de consumo y todo el equipo adicional necesario para lograr que el suministro de energía se realice con las características de continuidad de servicio, de regulación de la tensión y de control de frecuencia requeridas.

La figura A.1. representa esquemáticamente los principales elementos de un sistema de Energía Eléctrica.

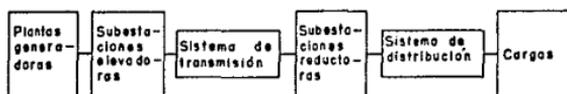


Fig. A.1. Esquema de un Sistema de Energía Eléctrica.

Nuestro estudio se basa principalmente del 4º bloque del esquema hasta el último, es decir desde la Subestación de potencia reductora, hasta la acometida a los usuarios. El sistema de Distribución constituye una de las partes más importantes en cualquier empresa de servicios, así como en la industria en general, incluyendo las áreas comerciales y residenciales. En todos los casos cada kilo watt-hora vendido pasa a través de un sistema de Distribución complejo. Estrictamente hablando, el sistema de Distribución comprende aquel por medio del cual la energía es llevada de los generadores a los usuarios, y abarca las líneas de transmisión, las subestaciones elevadoras y las líneas que radiando de éstas, alimentan a las distintas cargas.

Prácticamente se acepta por sistema de distribución a las líneas que saliendo de las subestaciones alimentan a los consumidores y por transmisión aquellas que van de los generadores a la subestación.

## SISTEMA DE DISTRIBUCION

Un diagrama completo de lo que es un sistema de energía eléctrica, desde el generador hasta el cliente, se muestra en la figura A.2.

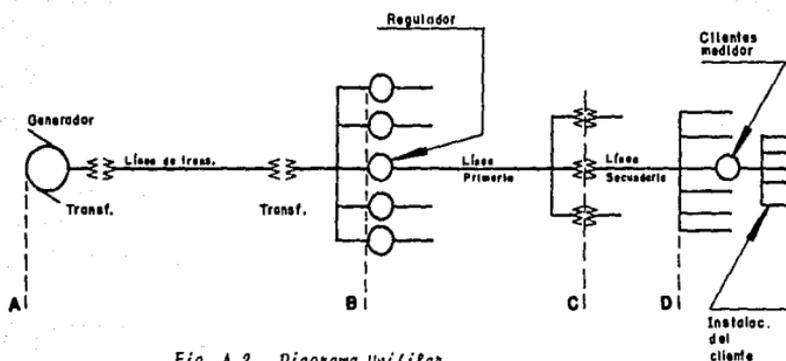


Fig. A.2. Diagrama Unifilar.

Lo que propiamente corresponde a la distribución de la energía, es la parte comprendida entre los puntos B y D. La parte BC se acostumbra designarla como distribución primaria y la parte CD como distribución secundaria.

En el presente estudio solo trataremos la parte BD y nos referiremos a las líneas aéreas de distribución urbana.

### DISTRIBUCION PRIMARIA

Quedó establecido que la distribución comprende desde el regulador de voltaje en la subestación, hasta los transformadores de distribución, esquemáticamente queda representada por la figura A.3.

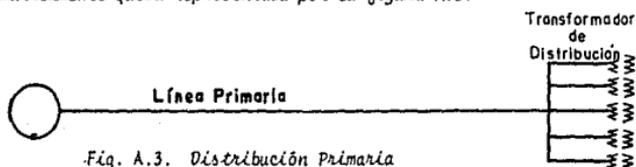


Fig. A.3. Distribución Primaria

El tipo de alimentador primario que parte de la subestación para surtir ciertas cargas dependerá principalmente de las características de éstas.

Dado que en un sistema se podrá encontrar bastante variedad de cargas, se tendrá varios tipos de alimentadores primarios.

La forma más simple de un alimentador es aquella en la que sale de la subestación una línea más o menos recta llamada troncal de la que parten ramales.

Este tipo de alimentador puede constar de una sola línea troncal con ramales laterales pequeños o también de varias líneas troncales secundarias. La figura A.4. muestra este alimentador.

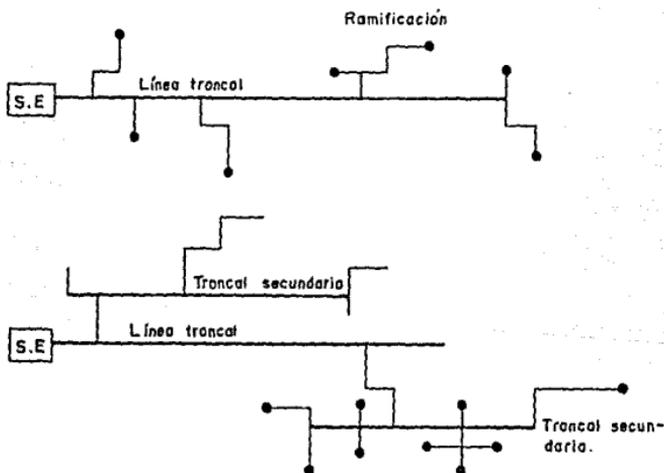


Fig. A.4. Diagrama básico del alimentador primario.

Este alimentador se usa comunmente para cargas esparcidas, pequeñas y para la distribución general de baja densidad de carga.

La sección de los conductores es mayor en las partes troncales y se acostumbra disminuir conforme el alimentador se aleja de la subestación.

En los casos en que la densidad de carga es muy alta, como en las grandes ciudades, se acostumbra dividir el área por alimentar, en zonas de cierta uniformidad de carga, y llevar de la subestación hasta cada una de ellas un alimentador que sólo tomará la carga del área asignada a él.

En la zona de cada alimentador, éstos pueden ramificarse de distintas maneras, pero es conveniente formar anillos a fin de no suspender el suministro de energía en caso de emergencia a una gran parte de la zona, como se indica en la figura A.5.

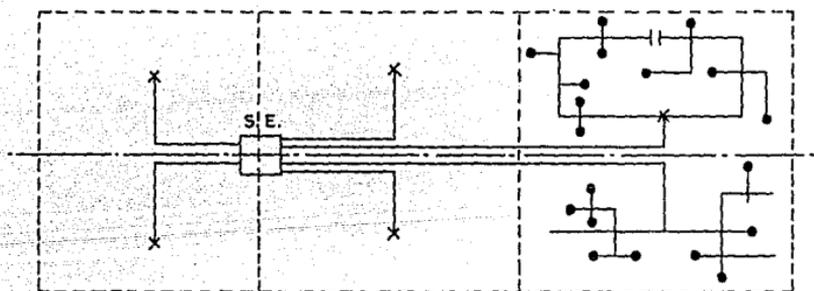


Fig. A.5. Ramificación de un Alimentador en zona de alta densidad de carga.

## CONEXIONES DE EMERGENCIA

Con el objeto de evitar en lo posible suspensiones en el servicio, es conveniente, al diseñar los alimentadores primarios, prever ciertas conexiones de emergencia.

Por ejemplo: si se establecen interconexiones entre distintos alimentadores de la misma o de otra subestación y se instalan cuchillas desconectadoras en puntos estratégicos, habrá la posibilidad de que un alimentador lleve la carga o parte de ella que en operación normal lleve otro alimentador, con lo que se evita una suspensión en parte de los servicios tomados por el alimentador afectado.

Con el mismo objeto es muy favorable el tener circuitos primarios en forma de anillo entre la misma o distinta subestación.

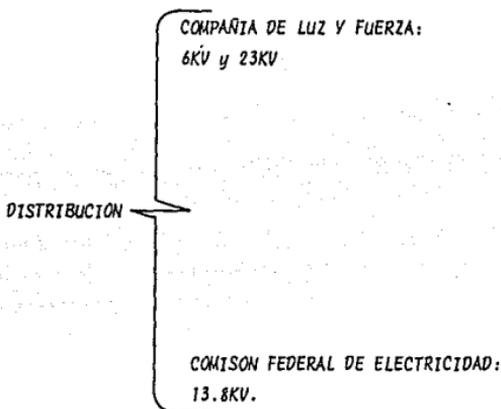
Para cargas que no admiten suspensiones en lo absoluto lo más adecuado es dar doble alimentación, una será la normal y la otra en caso de emergencia puede establecerse mediante el accionamiento de un switch de doble tiro.

En la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., hay la tendencia de Estandarizar los calibres de los alimentadores con el objeto de evitar reemplazo de conductores cuando la carga suba de valor y así se fija la capacidad de todo el equipo, buses, switches de aceite, cuchillas de aire, reactores, reguladores, etc., para una corriente futura máxima en el alimentador, un calibre determinado y una longitud fija en el mismo.

## VOLTAJES NORMALIZADOS

Los valores de voltaje más frecuente usados en las líneas primarias son:

TRANSMISION Y SUBTRANSMISION: 440 KV, 220 KV, 150 KV, 85 KV.



La Cia. de Luz y Fuerza del Centro, S.A., que es la empresa que alimenta a la Ciudad de México, usa en su sistema de distribución 23,000 y -- 6,000 volts nominales.

## DISTRIBUCION SECUNDARIA

En páginas anteriores hemos aceptado que la distribución secundaria es la comprendida entre el transformador de distribución y el punto de don de se alimenta al consumidor y la representaremos esquemáticamente por la figura A.6.

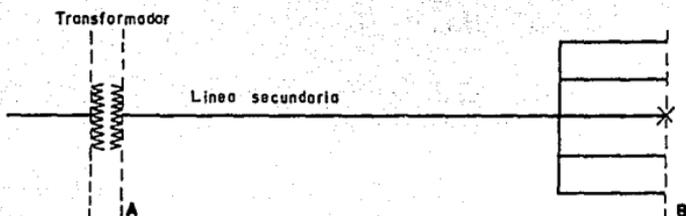


Fig. A.6. Distribución Secundaria.

En la distribución secundaria, como en la primaria, se tienen -- distintos tipos entre los que se cuentan:

#### SERVICIO SEPARADO

Este consiste en que para cada cliente existe un transformador -- con alimentación secundaria directa y exclusiva.

Este tipo de distribución se usa para aquellas cargas de alto va -- lor y aisladas, tal como una fábrica en una zona de baja densidad de carga o -- en distribución rural donde las cargas se encuentran bastante separadas entre -- sí, la figura A.7. muestra este tipo.

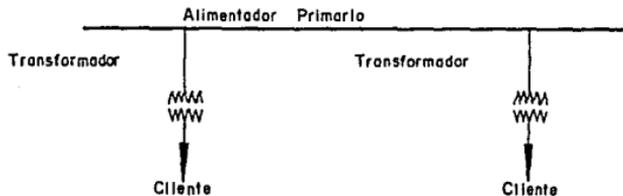


Fig. A.7. Diagrama Unifilar de Distribución por Servicio separado.

Cuando se usa este tipo de distribución se procura instalar el transformador lo más cerca posible del servicio, a fin de que las pérdidas y caídas de voltaje sean mínimas.

### TIPO RADIAL

Cuando se tiene que alimentar un grupo de usuarios con cargas más o menos similares, se usa la distribución radial, que consiste en que de un transformador instalado en el centro de carga parte una línea secundaria que surte al grupo.

La figura A.8. ilustra este tipo de distribución secundaria.

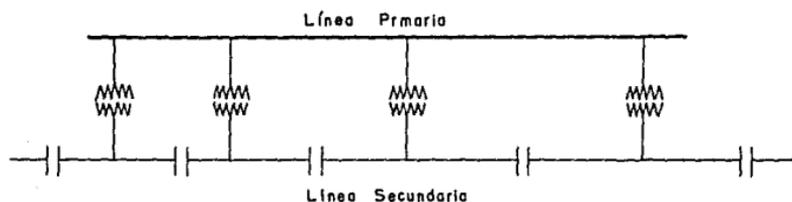


Fig. A.8. Distribución Secundaria tipo Radial.

en el sistema radial, las líneas secundarias de cada transformador no tienen conexión con las de otro transformador. En algunos sistemas se acostumbra establecer una separación permanente entre los secundarios de cada transformador y en otros se separan por medio de aisladores de tensión, este último método tiene la ventaja de prever interrupciones debido a la falla de un transformador y también es ventajoso por poderse variar la longitud de los secundarios.

Comparando este tipo con el anterior (servicio separado), tiene la ventaja de utilizar la diversidad entre las demandas individuales de los distintos clientes, disminuyendo así la capacidad necesaria del transformador.

## PARALELISMO

Este tipo de distribución secundaria, llamado también BANCO SECUNDARIO, consiste esencialmente en establecer paralelismo entre los transformadores de distribución. Los transformadores en estas condiciones pueden pertenecer a uno o a distintos alimentadores. Ver la figura A.9.

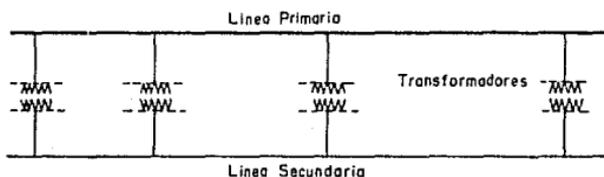


Fig. A.9. Diagrama Unifilar que muestra el paralelismo de la conexión citada.

Este tipo presenta las ventajas siguientes:

- En caso de fallar un transformador, su carga es llevada por los adyacentes, puede bajar el voltaje pero el servicio no se interrumpe.
- La carga se distribuye mejor entre el grupo de transformadores. De haber una carga pesada se distribuirá en más de un transformador, de ser uniforme la carga se distribuirá uniformemente en todos los transformadores.
- Por la razón anterior, el voltaje medio en la zona alimentada tendrá un valor mejor.
- Cuando viene un crecimiento de la carga en la zona, puede remediarse aumentando la capacidad de los transformadores en un banco o instalando un banco adicional, sin tener que modificar en sí la distribución general.
- Hay más capacidad para poder abrir un corto-circuito en las líneas secundarias y si los fusibles instalados en los transformadores soportan la corriente de corto-circuito, no habrá interrupción en el servicio.

- f) La capacidad total de los transformadores instalados se reduce debido a la diversidad de la carga entre los distintos transformadores.

En este tipo de distribución se hace necesario instalar fusibles de cada lado del transformador, para poderlo separar del sistema en caso de un corto circuito en sus bobinas o por excesiva carga debido a la falla de otro transformador, como se indica en la figura A.10.

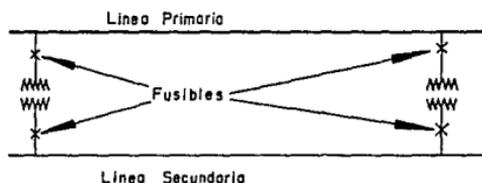


Fig. A.10. Localización de los fusibles de protección.

En otros casos se instalan fusibles seccionalizadores en las líneas secundarias entre dos transformadores, con el objeto de que al haber una falla quede fuera una sección y no se dañe el equipo adyacente, a la vez que es fácilmente localizada, esto se muestra en la figura A.11.

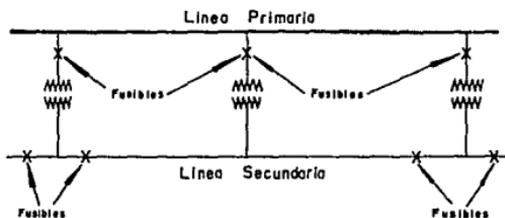


Fig. A.11. Localización de los fusibles seccionalizadores.

Este sistema de distribución tiene las desventajas principales de su complejidad, su alto costo y el efecto cascada, que consiste en que sacando un transformador, sobrecarga a los demás, si la sobrecarga saca otro

transformador, en los restantes aumenta y puede suceder que todos los transformadores se salgan del sistema, para evitarlo hay que tener especial cuidado en el diseño de los fusibles y capacidad de los transformadores.

Presenta además la desventaja de que todos los transformadores - tienen que ser de características eléctricas similares o muy semejantes a fin de poder operar en paralelo.

Conviene que los transformadores sean de igual capacidad para - evitar que un transformador pequeño tome la carga de uno grande.

Este tipo de distribución secundaria tiene el objeto principal - de evitar interrupciones en el servicio y cuando el paralelismo se establece - entre todos los transformadores del sistema, pertenezcan a uno u otro alimentador, se tiene la mayor posibilidad de cumplir su objetivo principal.

#### VOLTAJE EN LOS SECUNDARIOS

El voltaje aceptado como estandard para las líneas secundarias - es del orden de 115-230 volts con variaciones entre 110-120 volts y 220-240 - volts. El voltaje menor se obtiene entre un conductor y el neutro y el mayor - entre dos conductores.

#### COMBINACION ENTRE PRIMARIO Y SECUNDARIO

Las combinaciones posibles entre las líneas primarias y secundarias son bastantes y dependen en general del tipo de transformador usado.

La compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., usa en la distribución líneas trifásicas, delta en las primarias y estrella con neutro a tierra - en las secundarias.

Las líneas primarias constan de tres hilos con voltaje nominal - de 23,000 volts entre ellos, los conductores usados son de cobre desnudo; las-

líneas secundarias constan de cuatro conductores, tres de ellos de cobre con doble forro para intemperie y uno de cobre desnudo; entre los conductores forrados hay un voltaje nominal de 220 volts y entre cualquiera y el desnudo (conectado al neutro y a tierra) hay 125 volts nominales.

Los transformadores de distribución usados son: tipo intemperie, trifásico, conectados delta-estrella ( $\Delta$ - $Y$ ) con voltajes: 23000/6000/220 - 127 volts, la distribución secundaria es de tipo radial, la frecuencia empleada es de 60 ciclos por segundo.

## GENERALIDADES DE LA DISTRIBUCION

### SISTEMA DE DISTRIBUCION

#### DEFINICION:

Un Sistema de Distribución de Energía Eléctrica es el conjunto - de elementos encargados de suministrar la energía desde una subestación de potencia, hasta el usuario.

La función de la red de distribución es tomar de la fuente la energía eléctrica en bloque y distribuirla a los usuarios en los niveles de ten sión normalizados y en las condiciones exigidas por los reglamentos.

La red de distribución debe proyectarse de tal modo que pueda am pliarse progresivamente, con escasos cambios en las construcciones existentes - tomando en cuenta ciertos principios técnicos y económicos con el fin de asegu rar un servicio adecuado y continuo para la carga presente y futura, el mínimo costo de operación.

#### CLASIFICACION DE LOS TEMAS DE DISTRIBUCION DE ACUERDO A SU TIPO DE CONSTRUCCION

- Sistemas Aéreos
- Sistemas Subterráneos
- Sistemas Mixtos.

## PRINCIPALES ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE DISTRIBUCION

- Líneas Primarias o Troncales
- Transformadores de Distribución
- Líneas Secundarias
- Acometida
- Equipo de Medición

## DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE DISTRIBUCION

**LINEAS PRIMARIAS.**- Son aquéllas mediante las cuáles se transmite la energía - desde las subestaciones de potencia hasta los transformadores de distribución. Los conductores que componen éstas líneas, están apoyados en postes, cuando se tratan de instalaciones de distribución aérea y en conductos o directamente en terrazas, tratándose de instalaciones subterráneas.

### COMPONENTES DE UNA LINEA PRIMARIA:

- Troncal
- Ramal

### DEFINICION:

**TRONCAL.**- Se caracteriza por ser el tramo de mayor capacidad del alimentador, - el cuál transmite la energía desde la subestación eléctrica de potencia hasta los ramales.

**RAMAL.**- Es la parte del alimentador en el cual van interconectados los transformadores de distribución y que está energizado a través de un troncal. Los alimentadores primarios normalmente están estructurados únicamente en forma radial, en red aérea, para red subterránea se recomienda la red en anillo.

## CLASIFICACION DE LAS REDES PRIMARIAS POR EL NUMERO DE FASES Y DE HILOS.

**REDES PRIMARIAS TRIFASICAS TRES HILOS.**- Son aquellas cuyo alimentador troncal está constituido por un circuito trifásico de tres hilos, según se muestra en el diagrama trifilar de la figura 1.1

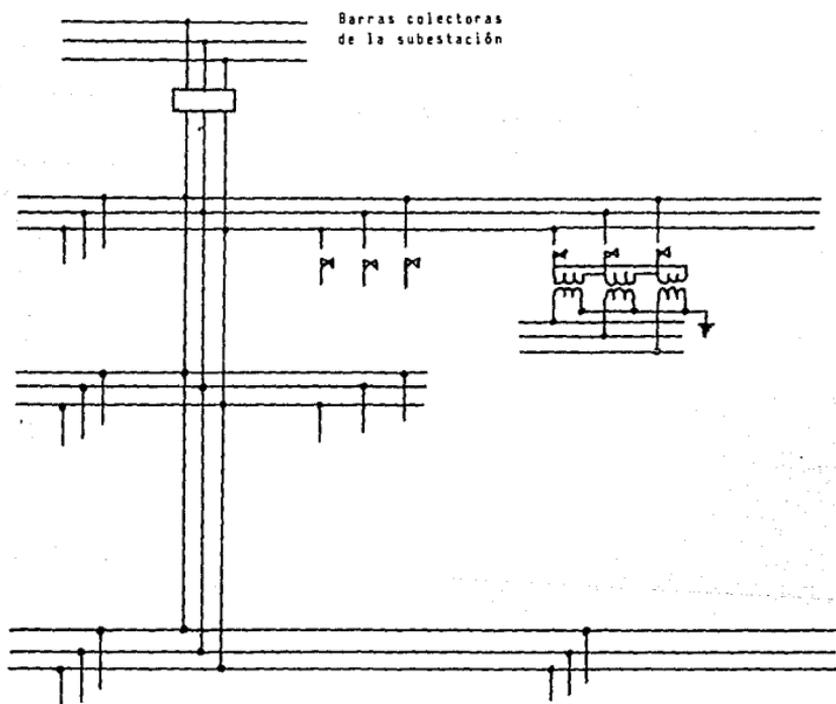


FIG 1.1 SISTEMA DE DISTRIBUCION RADIAL CON ALIMENTADORES TRIFASICOS DE TRES HILOS (DIAGRAMA TRIFILAR)

Los ramales también pueden ser trifásicos de tres hilos y alimentar transformadores de distribución trifásicos, o bien, estar constituidos por dos conductores de fase que alimenten transformadores monofásicos.

**REDES PRIMARIAS TRIFASICAS DE CUATRO HILOS.** - Son aquellos donde la alimentación que sale de la subestación consiste en una línea trifásica formada por 4 conductores, 3 de fase y 1 neutro (figura 1.2) .

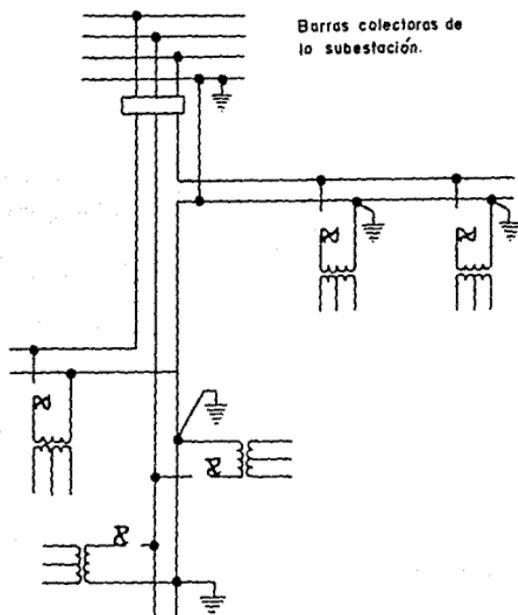


FIG. 1.2. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN RADIAL CON ALIMENTADORES PRIMARIOS TRIFASICOS DE CUATRO HILOS (DIAGRAMA TRIFILAR).

La mayor parte del alimentador primario consiste en un circuito monofásico formado por un conductor de fase y un neutro. Para su funcionamiento correcto el neutro debe de quedar conectado a tierra en forma efectiva, lo que requiere hacer una conexión del neutro a tierra en cada poste. En este sistema, las cargas trifásicas se toman entre los conductores de fase y las cargas monofásicas pueden tomarse entre dos conductores de fase o entre uno de fase y el neutro.

**REDES PRIMARIAS MONOFASICAS DE DOS HILOS.**- Son las que se originan de redes trifásicas. De hecho son derivaciones de líneas trifásicas tres hilos que sirven para alimentar transformadores monofásicos que reciben la tensión entre fases en el devanado primario.

Se utilizan en zonas de baja densidad de carga.

**REDES PRIMARIAS MONOFASICAS DE UN HILO.**- Son derivaciones de redes trifásicas que permiten alimentar transformadores monofásicos.

## TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

Los transformadores de distribución son los equipos encargados de cambiar la tensión primaria a una tensión menor, de tal manera que el usuario pueda utilizarla sin necesidades de equipo e instalaciones costosas y peli-  
grosas a la vez. En sí, el transformador de distribución es la liga entre la red primaria y la red secundaria.

## LINEAS SECUNDARIAS

Son aquellas que distribuyen la energía desde los transformadores de distribución hasta las acometidas de los usuarios. Son sistemas generalmente trifásicos, de 4 hilos, de 115 volts a 127 volts entre fase y neutro o de 220 a 240 volts entre fases.

En la mayoría de los casos estos circuitos son radiales, excepto en las redes subterráneas en malla o redes automáticas.

## CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION SECUNDARIOS POR EL NUMERO DE HILOS

**MONOFASICO DOS HILOS.** - Está alimentado de un transformador monofásico con un secundario de solo dos hilos, como se indica en la figura 1.3.

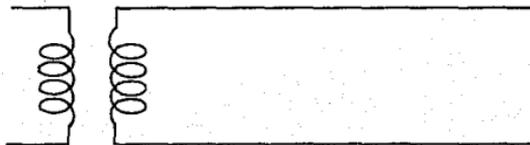


Fig. 1.3. Sistema de Distribución Secundario Monofásico 2 Hilos.

**MONOFASICO TRES HILOS.** - Este circuito es energizado desde el alimentador primario mediante transformadores de distribución monofásicos con un secundario del que salen tres hilos, con el hilo neutro derivandose del centro del devanado - (figura 1.4.).

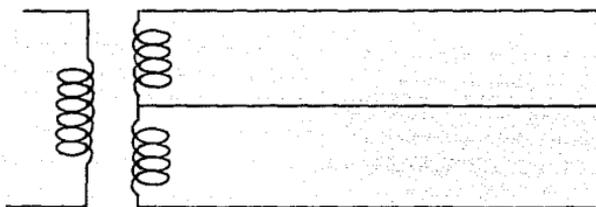


Fig. 1.4. Red Secundaria Monofásica 3 Hilos.

**TRIFASICO CUATRO HILOS.** - Este tipo de circuitos secundarios se energizan desde el alimentador primario mediante transformadores de distribución trifásicos - con conexión delta en el lado de alta tensión y conexión estrella con neutro a tierra en el lado de baja tensión (figura 1.5.). Del devanado secundario salen cuatro hilos, el hilo neutro se deriva del punto de conexión de los devanados.

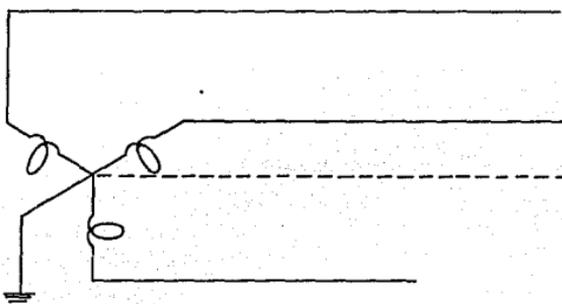


Fig. 1.5. Red Secundaria Trifásica 4 Hilos.

En los sistemas de distribución se usa frecuentemente el cuarto-hito, especialmente en los circuitos de baja tensión, puesto que permite distribuir la energía con mayor eficiencia que los demás.

#### ACOMETIDAS Y EQUIPO DE MEDICION

Las acometidas, junto con el equipo de medición son las partes - que ligan al sistema eléctrico de la empresa suministradora, con las instalaciones del usuario.

Las acometidas se pueden proporcionar según las necesidades del usuario, a la tensión primaria o a la tensión secundaria, dependiendo de la magnitud de la carga a alimentar. La medición se puede hacer igualmente en baja tensión o en alta tensión, dependiendo del tipo de acometida.

#### ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA

##### DEFINICION.

**ESTRUCTURA.**- Distribución y orden de las partes que integran una construcción; civil, eléctrica, el cuerpo humano, etc.

Para el caso de sistemas de Distribución Eléctrica este término toma otros giros y lo definiremos a continuación:

**ESTRUCTURA.**- Es la representación característica, basada en un principio organizativo, de los elementos que integran una red de Distribución.

Es así, y tomando como base lo anterior, se cuenta con distintos tipos de estructuras para una red de Distribución Eléctrica. Para su estudio - presentaremos a continuación los diferentes tipos de estructuras, clasificadas de acuerdo a sus características principales de operación y diseño. Como se muestra en el cuadro sinóptico I.

ESTRUCTURA DE UNA  
RED DE DISTRIBU -  
CION.

MEDIANA TENSION  
(6 KV-440V)

RADIAL.- En zonas extendidas, alta densidad de carga tasas de crecimiento importantes (15 a 20 MVA/KM<sup>2</sup>).

ANILLO.- 5 a 15 MVA/KM<sup>2</sup>, tasas de crecimiento pequeño.

DOBLE ALIMENTACION.- 5 a 30 MVA/KM<sup>2</sup>, importancia en cuanto a la continuidad o confiabilidad de la red.

ALIMENTADORES SELECTIVOS.- Zonas de rápido crecimiento, densidades mayores a 15 MVA/KM<sup>2</sup>.

BAJA TENSION  
(HASTA 440V)  
( 220-127 )

RADIAL SIMPLE.- En zonas habitacionales o comerciales de poca importancia.

RADIAL INTERCONECTADA.- En zonas habitacionales o comerciales de mediana importancia.

MALLA O RED AUTOMATICA.- En zonas de densidades mayores a los 30 MVA/KM<sup>2</sup>, y la carga uniformemente repartida.

Cuadro Sinótico I.- Que muestra la Clasificación de las estructuras de la red de distribución.

Algunos parámetros que influyen en la selección adecuada de una estructura son:

- Densidad de la carga
- Tipo de carga: Residencial, Comercial, Industrial ó Mixta
- Localización Geográfica
- Area ó Forma Geométrica de la Expansión de la carga
- Costo
- Continuidad
- Operación
- Tasa de Crecimiento

Las redes de Distribución EN CUANTO A SU OPERACION, se divide en Radial y Paralelo:

SISTEMA DE OPERACION RADIAL.- Es aquél en el cual el flujo de energía tiene una sola trayectoria, de la fuente de carga, de tal manera que una falla en cualquier componente de la Red produce una interrupción en los servicios.

SISTEMA DE OPERACION EN PARALELO.- Se utiliza en Redes de Distribución de baja tensión y se caracteriza por contar con más de una trayectoria del flujo de energía que alimenta a los consumidores.

Estos Sistemas parten de la subestación y están constituidos por líneas aéreas sobre postes y alimentan a los transformadores de distribución.

## ESTRUCTURAS EN MEDIANA TENSION

**RADIAL.**- Está constituida con cables troncales que toman como punto de referencia las S.E.'S y con cables transversales que ligan a éstas, un ejemplo esquemático es como el mostrado en la figura 1.6.

**ANILLO.**- Está constituida a base de lazos cerrados de igual sección transversal, derivados de una o más fuentes de alimentación, siendo éstas generalmente circuitos de líneas aéreas (figura 1.7.).

**DOBLE ALIMENTACION.**- Está constituida por cables troncales alineados por pares de la misma sección transversal, en este caso no existen subtroncales o enlaces, sino derivaciones a los servicios.

La aplicación de esta estructura se lleva a cabo de preferencia en zonas con grandes cargas puntuales, por ejemplo, industrias, zonas turísticas, zonas comerciales, etc., donde generalmente se presenta una área de expansión alargada (figura 1.8.).

**ALIMENTADORES SELECTIVOS.**- Está constituida por cables troncales de la misma sección que salen preferentemente de SE's diferentes, de estos troncales se derivan ramales o subtroncales que las enlazan siguiendo el principio de doble alimentación, energizando a lo largo de su recorrido transformadores o bóvedas que instalan generalmente en los mismos puntos de carga.

A diferencia de la red radial, esta estructura es aplicada en zonas cuyo crecimiento de carga es marcadamente vertical, es decir, en zonas de edificios altos que conllevan grandes concentraciones de carga (figura 1.9.).

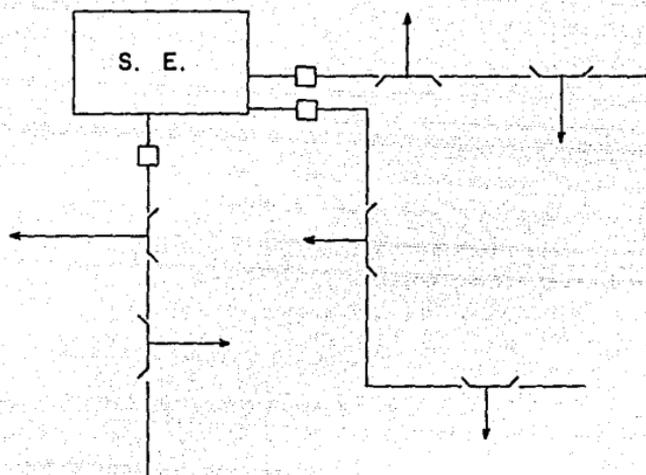


FIG. (1.6) ESTRUCTURA RADIAL

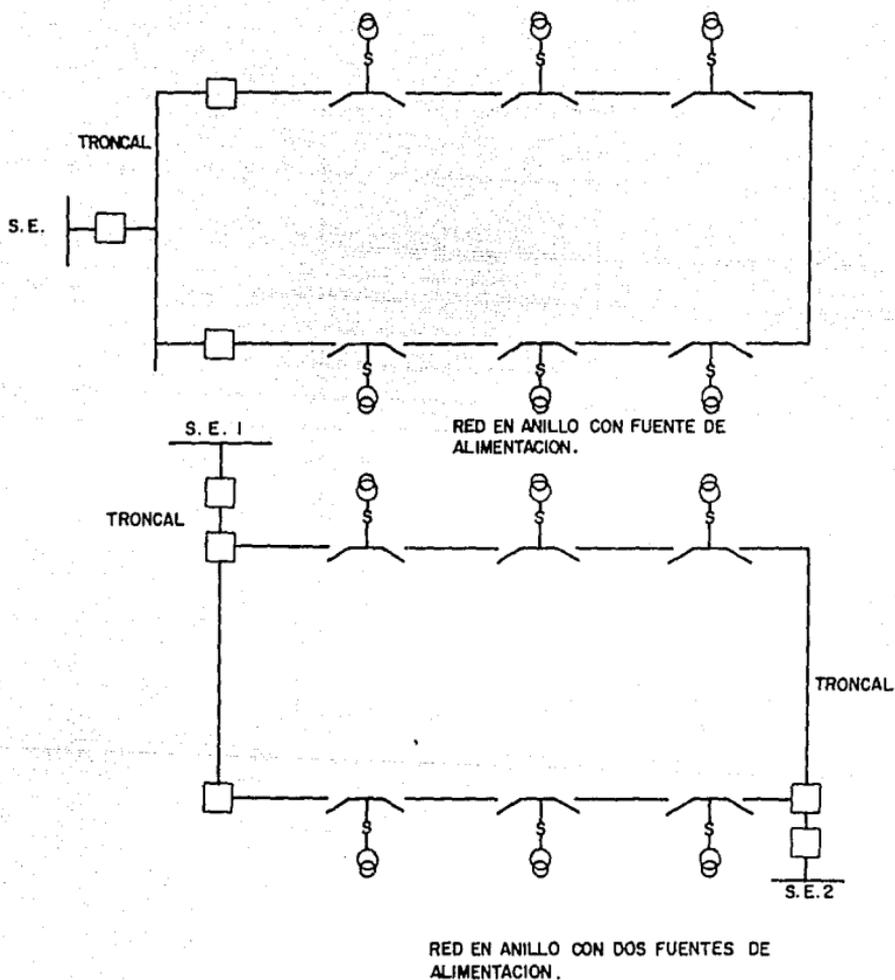


FIGURA (1.7) ESTRUCTURA EN ANILLO CON UNA ó DOS FUENTES DE ALIMENTACION.

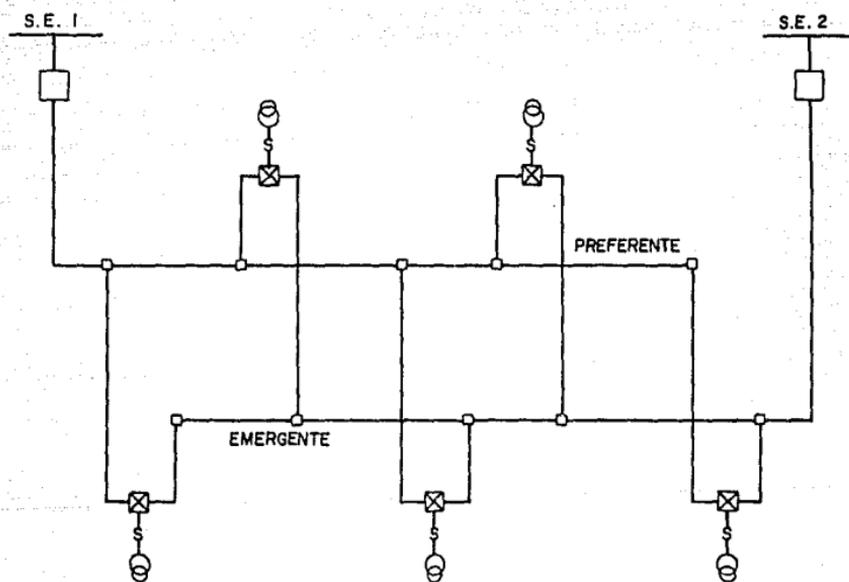


FIGURA (1.8). ESTRUCTURA EN DOBLE ALIMENTACION

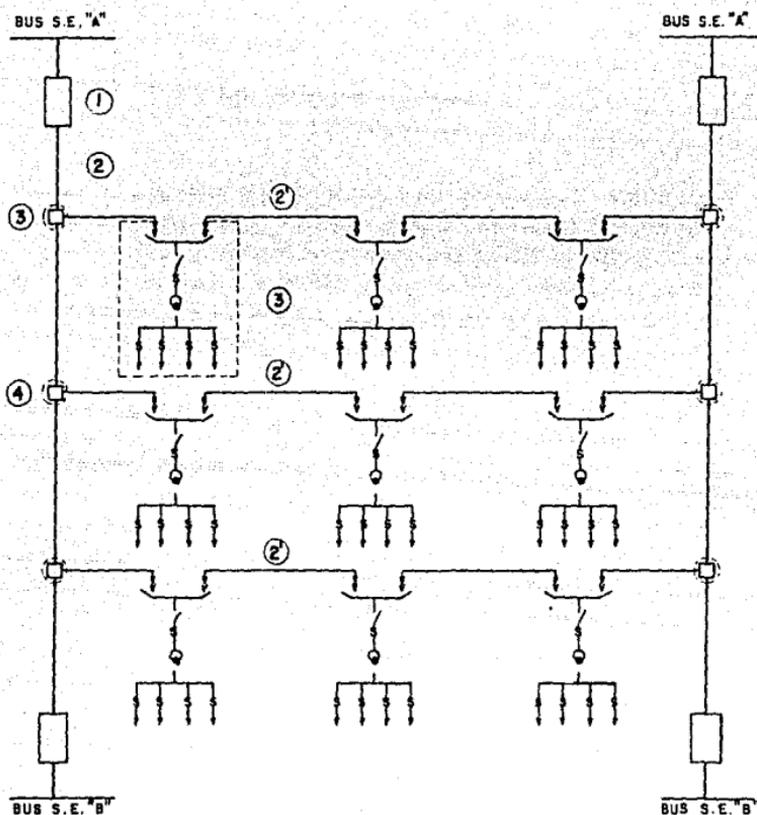


FIG.-(1.9) ALIMENTADORES SELECTIVOS

## ESTRUCTURAS EN BAJA TENSION

**RADIAL SIMPLE.**- La característica principal de esta estructura es que cada subestación alimenta distintas zonas por separado, es de importancia la selección del calibre a utilizar en los cables secundarios, tomando como referencia la carga por alimentar. En este caso una falla en el secundario o en la subestación afectaría a todos los consumidores con acceso a esa sección de la red - (figura 1.10.).

**RADIAL INTERCONECTADA.**- Esta estructura presenta un grado de flexibilidad mayor a la anterior en cuanto a continuidad en el servicio, ya que si se presenta alguna falla es posible transferir, por medio de equipos seccionadores, parte o toda la carga alimentada por una Subestación Eléctrica.

La secuencia de fases debe ser la misma, al efectuar las maniobras de transferencia de carga, en todos los transformadores.

**MALLA O RED AUTOMÁTICA.**- De las estructuras anteriormente vistas, ésta es la que garantiza un servicio prácticamente continuo a los usuarios, aún cuando se presenten fallas en Mediana Tensión o Baja Tensión del sistema. Cuando aparece una falla en el lado de Baja Tensión, en ese punto se presenta una aportación de corriente alimentada por todos los transformadores de la red, por el hecho de que la malla en baja tensión se encuentra sólidamente conectada. Esta corriente de falla y su subsecuente aportación en temperatura provoca la evaporación del cobre en ese punto, llega el momento en que el cable se troza, y se aísla la falla sin provocar interrupciones del servicio eléctrico a los usuarios. Podemos observar en la figura 1.11. que al ocurrir la falla entre los usuarios V1 y V2, estos no se ven afectados ya que reciben el suministro de energía por la red adyacente no afectada, esto se debe al paralelismo que existe en la red.

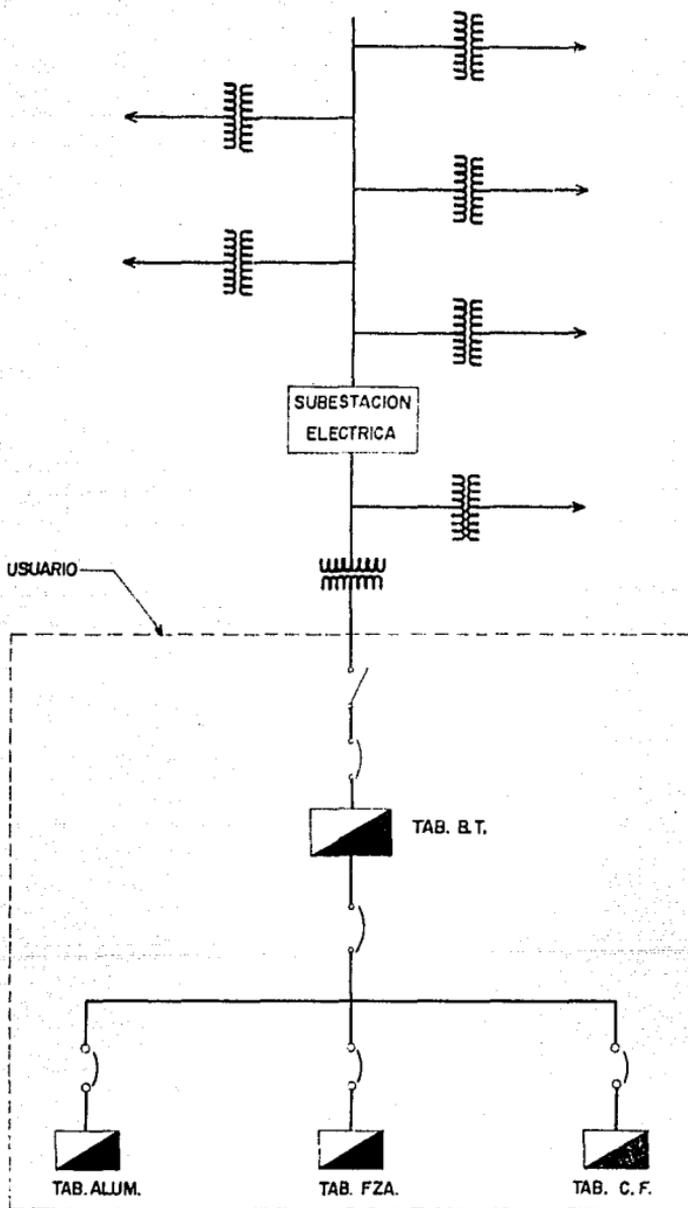


FIG. (1.10) ESTRUCTURA RADIAL SIMPLE

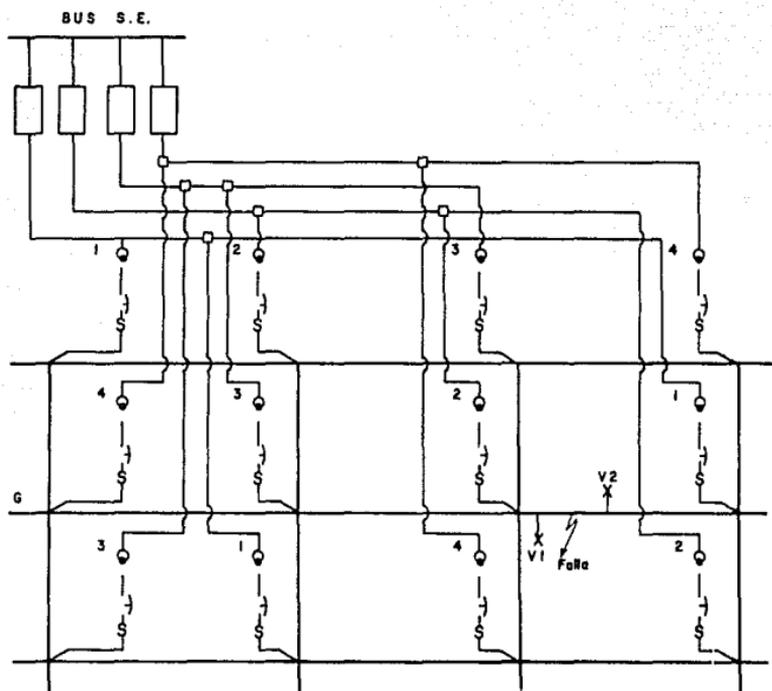


FIG.- (I.II) MALLADA DE BAJA TENSION

## ANALISIS DE LA CARGA

Para diseñar y operar un Sistema de Distribución es esencial, además de la aplicación de los conceptos fundamentales de electricidad, el conocimiento de las características de la carga. Entendiéndose como carga todo equipo y dispositivo eléctrico conectado en los puntos de acometida.

Aunque la mayoría de los factores que intervienen en la planeación y diseño de un Sistema de Distribución pueden ser solucionados con relativa libertad por el Ingeniero, uno de los factores más importantes, como es la carga, no posee esta característica dado que ésta no se encuentra dentro del entorno del sistema, siendo variable EXOGENA más decisiva para el diseño y operación de éste.

A continuación mencionaremos algunos de los diferentes criterios utilizados para la clasificación de la carga como principio de estudio.

### CLASIFICACION DE LAS CARGAS:

Dentro de los criterios utilizados para la clasificación de las cargas se encuentran los siguientes:

- a) Localización Geográfica
- b) Tipo de utilización de la energía
- c) Confiabilidad
- d) Tarifas

**LOCALIZACION GEOGRAFICA.**- Los usuarios de un Sistema de Distribución pueden estar localizados tanto en ciudades como en zonas rurales, por lo que podemos clasificar las cargas como sigue:

TABLA No. 1

| <u>Zona</u>    | <u>MVA/KM<sup>2</sup></u> |
|----------------|---------------------------|
| Urbana Central | 400 - 100                 |
| Urbana         | 5 - 40                    |
| Semi Urbana    | 3 - 5                     |
| Rural          | 5                         |

**TIPO DE UTILIZACION DE LA ENERGIA.**- Otro criterio para la clasificación de las cargas es tomando en cuenta la finalidad que le da el usuario a la energía eléctrica quedando como sigue:

- Cargas Residenciales
- Cargas Comerciales
- Cargas Industriales
- Cargas Mixtas

**CONFIABILIDAD.**- Tomando en cuenta los lapsos permisibles de interrupción sin que estos produzcan daños al usuario, las cargas se clasifican como sigue:

- Sensibles
- Semi-Sensibles
- Normales

y finalmente:

**TARIFAS.**- Uno de los criterios más ampliamente usados para la clasificación de las cargas es tomando en cuenta el tipo de tarifa, la clasificación por tarifas utilizadas en el país es la siguiente: (TABLA No. 2)

- TARIFA No. 1 -Servicios domésticos
- TARIFA No. 1-A -Servicio doméstico con clima muy cálido
- TARIFA No. 2 -Servicio general hasta 25 Kw de demanda
- TARIFA No. 3 -Servicio general para más de 25 Kw de demanda
- TARIFA No. 4 -Servicio para molinos de nixtamal y tortillerías
- TARIFA No. 5 -Servicio de alumbrado público
- TARIFA No. 6 -Servicio para bombeo de aguas potables o negras
- TARIFA No. 7 -Servicio temporal
- TARIFA No. 8 -Servicio general en alta tensión
- TARIFA No. 9 -Servicio para bombeo de agua para riego agrícola
- TARIFA No. 10 -Servicio en alta tensión para reventa
- TARIFA No. 11 -Servicio en alta tensión para explotación y beneficio de -  
minerales
- TARIFA No. 12 -Servicio general para 5000 Kw o más de demanda a tensiones  
de 66 Kv o superiores.

\* PUBLICACION DEL DIARIO OFICIAL DEL LUNES 2 DE AGOSTO DE 1982.



## C A P I T U L O   I I

### NORMAS DE TRABAJO Y CAPACITACION AL PERSONAL DE LINEAS AEREAS.

" Ellos hacen lo que deben hacer; emplean la ciencia cuando es aplicable, la intuición cuando es útil, y el tanteo cuando es necesario ".

- Ch. L. Best -

## NORMAS DE TRABAJO Y CAPACITACION

### INTRODUCCION:

La finalidad de este capítulo es señalar que la Capacitación al personal de una Empresa, es necesaria para lograr el objetivo fundamental de la misma, siendo éste elevar la calidad del Trabajador, para tener una alta productividad con el menor esfuerzo.

La capacitación está enfocada a reducir los riesgos que puedan causar los accidentes en los Centros de Trabajo, provocando pérdidas humanas y materiales.

De esta forma, podemos hablar de la Seguridad Industrial, la cual se encarga de proporcionar los lineamientos que ofrezcan condiciones de Trabajo mas seguras entendiendose que la Seguridad integrada al Trabajo, se aplica a las personas, equipos y materiales.

El desarrollo de este tema comprende 3 importantes subcapítulos que son:

- SEGURIDAD INDUSTRIAL
- CAPACITACION
- NORMAS DE TRABAJO

En particular, abarcamos el caso del Departamento de LINEAS AERIAS, de la COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, que para apearse a lo establecido por la LEY FEDERAL DEL TRABAJO, en su artículo 153, relativo a la Capacitación y Adiestramiento de los Trabajadores, implementa periódicamente programas de Capacitación en sus distintas Instituciones y Organismos distribuidas en la ciudad, en donde se les instruye, a los Trabajadores de LINEAS AERIAS, a conocer las herramientas, como y donde usar ropa de protección, trabajar con línea muerta y viva, cambiar postes, aisladores, utilizar Equipos de Medición, Instalación de Tierras en los lugares apropiados, en fin todo lo relacionado con los Trabajos de Instalación y Mantenimiento a LINEAS AEREAS de distribución eléctrica.

Teniendo en cuenta que el objetivo de la Capacitación, según lo señala el artículo Nº 153 inciso F, es la actualización, el perfeccionamiento de los conocimientos y de las habilidades del trabajador, con el fin de prevenir riesgos de Trabajo, incrementar la productividad y mejorar sus aptitudes.

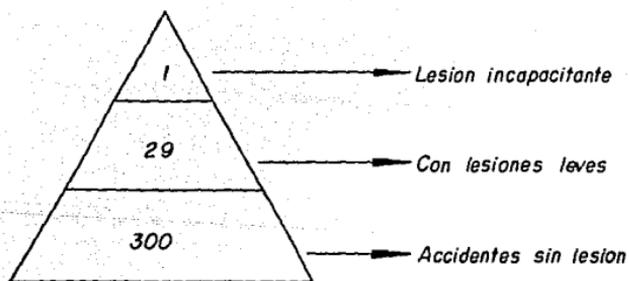
En el desarrollo de este tema se mostrará la evolución que han tenido los conceptos de Capacitación, Seguridad Industrial y Normas de Trabajo, bajo un estudio de causa y efecto realizado en años anteriores.

## 2.1. SEGURIDAD INDUSTRIAL

### DEFINICION:

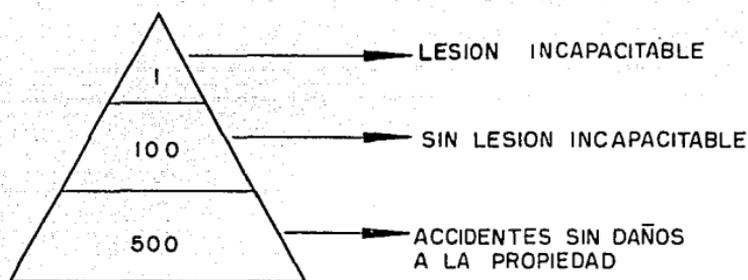
Llamaremos Seguridad Industrial al conjunto de Reglas, Normas y Procedimientos destinados a reducir el índice de pérdidas materiales y humanas en un proceso productivo.

La Seguridad Industrial ha ido evolucionando según nos muestran los estudios realizados por H. W. HEINRICH, que en el año de 1931 publicó el libro PREVENCIÓN DE ACCIDENTES INDUSTRIALES, en donde describe el análisis realizado a 330 casos de accidentes llegando a establecer la siguiente proporción:



Esto es, que por cada accidente con lesión incapacitante, ocurren 29 accidentes, cuyas lesiones resultantes no causan incapacidad y 300 accidentes que no tienen como consecuencia lesiones.

Posteriormente en el año de 1966, el ING. FRANK E. BIRD, del análisis de más de 601 casos llegó a determinar la siguiente relación:



Las proporciones anteriormente descritas se han aplicado a problemas específicos que se han presentado en la COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA, de cu ya información resultante reforzó la idea de la cantidad de accidentes que que dan sin investigar, y que aún cuando no causan lesiones resultantes, podrían proporcionar información útil para prevenir accidentes que pueden ser causa de lesiones.

Desde antaño los esfuerzos han estado orientados a las consecuencias de los accidentes, esto es, al control de lesiones.

Recordando que las lesiones son consecuencias de dos factores de nominados Accidente e Incidente, esto nos conduce a definir estos conceptos:

#### ACCIDENTE:

Es un acontecimiento no deseado que dá por resultado un daño físico a una persona o daños a la propiedad. Generalmente, es el resultado del contacto con una fuente de energía (cinética, eléctrica, química, termal, etc.), por sobre la capacidad límite del cuerpo humano o estructura.

#### INCIDENTE:

Es un acontecimiento no deseado ó no intencionado que puede deteriora: o disminuir la eficiencia en la operación que se lleva a cabo en una empresa.

De la definición de accidente, podemos observar los siguientes puntos básicos:

- 1) Un accidente es un acontecimiento no deseado.
- 2) Un accidente da por resultado un daño físico, enfermedad o lesión y/o daño a la propiedad.
- 3) Un accidente es el resultado de un contacto con una fuente de energía, que tiene una resistencia ó una capacidad límite, mayor al cuerpo o a la estructura.

De estudios científicos realizados a nivel internacional, se obtuvo como conclusión que la información obtenida del análisis de los incidentes, puede ser utilizada para contrarrestar o controlar los accidentes con lesiones personales ó daño a la propiedad.

Se observó además que el promedio de lesiones incapacitantes se reduce en un 75% aproximadamente al adoptar programas de Seguridad enfocados a los incidentes, y las conclusiones obtenidas, se resumen en dos puntos:

- 1) Los incidentes que deterioran a las empresas no suceden, SON CAUSADOS.
- 2) LAS CAUSAS de los incidentes deteriorantes pueden ser determinados y controlados.

Dichas causas se clasifican frecuentemente en dos grupos:

#### I.- FACTORES PERSONALES

- a) Falta de conocimiento o capacidad.
- b) Motivación incorrecta.
- c) Problemas físicos o mentales.

#### II.- FACTORES DEL TRABAJO

- a) Normas inadecuadas de trabajo.
- b) Diseño o Mantenimiento inadecuado.
- c) Normas inadecuadas de compra.
- d) Desgaste normal por el uso.

Los factores personales, dan una semblanza del porqué la gente no actúa como debe. De aquí partimos para suponer que una persona no puede seguir un procedimiento correcto, si nunca lo han capacitado.

En la misma forma, las causas básicas designadas como factores de trabajo, nos muestran como existen o se crean condiciones anormales. Si no existen normas adecuadas o no se impone el cumplimiento de las mismas, y se compran equipos y materiales, sin tener en cuenta el Control de Calidad, o el Control de Pérdidas. Aunando lo anterior se presentan los actos o condiciones anormales o erráticos que se manifiestan como una desviación de un acto o norma aceptada, e incluye tanto los actos de la gente, como las condiciones relacionadas con las cosas materiales.

Las causas básicas, por lo tanto, son sin lugar a dudas el origen de las acciones y condiciones anormales, y la falta de identificación de los orígenes de las pérdidas.

Es necesario que se haga una reconsideración de lo que hasta el momento se ha venido realizando, y que se tome en cuenta los accidentes que no producen lesión ó que producen daños a la propiedad, ya que la experiencia nos señala que cualquiera de ellos puede ser el que produzca la lesión. Con esto queremos decir que es necesario valorar y actualizar las técnicas de prevención de accidentes anexo a los problemas existentes.

Expresamos las consecuencias que se presentan al no tener implementado un buen control de accidentes, en términos de pérdidas.

1.- En los valores humanos hay pérdidas de:

- a) Prestigio personal.
- b) Orgullo.
- c) Bienestar.

2.- En las inversiones, las pérdidas ocurren en:

- a) El equipo.
- b) Las propiedades.
- c) Los materiales.

3.- En el servicio que presentan, las pérdidas ocurren en:

- a) El prestigio de la empresa.
- b) La confianza del consumidor.

Por lo anterior, los esfuerzos de la Seguridad están encaminados a mantener la integridad física y moral de los trabajadores, y a reducir las pérdidas de recursos en la empresa.

Los pasos que se deben de dar para alcanzar estas metas, se componen de:

- 1.- Identificación del peligro.
- 2.- Eliminación del peligro.

- 3.- Corrección del peligro.
- 4.- Determinar el máximo de pérdidas.
- 5.- Retención de pérdidas.
- 6.- Transferencia del riesgo.

De los 6 conceptos anteriores enumerados, los 3 primeros se han aplicado a las actividades tradicionales de la prevención de accidentes, los 3 últimos están encaminados a la protección de la buena marcha de la Empresa y - el conjunto se define el CONTROL TOTAL DE PERDIDAS.

La evolución de Este concepto comprende tres etapas que van desde:

- a) Prevención de lesiones.
- b) Control de accidentes.
- c) Control de pérdidas.

El control total de pérdidas queda contenido en un programa, en el que se pretende reducir o eliminar los accidentes o incidentes que puedan ocasionar lesiones personales, o daños a la propiedad o a la reputación de la empresa y en él se incluyen:

- 1.- Prevención de lesiones y control de accidentes que dan como resultado lesiones personales.
- 2.- Control total de accidentes.
  - a) Daño a la propiedad, equipo y materiales.
- 3.- Prevención de incendios.
  - a) Control de todas las pérdidas por incendio.
- 4.- Seguridad Industrial.
  - a) Resguardo de los bienes de la Compañía.
- 5.- Higiene y Salud Industrial.

6.- Control de la contaminación del aire, agua y suelo.

7.- Responsabilidad por el producto.

Finalmente para concluir, los estudios de H. W. HEINRICH Y FRANK E. BIRD, nos demuestran que si no se controlan los accidentes, el número de lesiones personales continuará aumentando y se estarán ignorando además, pérdidas muy importantes.

Es recalcante entonces, que los cambios que se deben realizar para lograr la integración de la Seguridad Industrial, es dejar de verla como un satélite o como una función independiente, y que se contemple dentro de los propósitos generales de la administración tomando en cuenta las fuentes comunes, de pérdidas industriales y analizándolas bajo los principios aceptados de:

- 1) Planeación.
- 2) Organización.
- 3) Dirección.
- 4) Control.

Para coadyuvar lo anterior en forma efectiva, se debe hacer una evaluación para indicar el lugar ó etapa en la que se encuentra la Empresa, - misma que se resume en los siguientes pasos:

- 1) Determinar que se está haciendo.
- 2) Evaluar como se está haciendo.
- 3) Desarrollar un plan con objetivos a corto y largo plazo que permitan alcanzar las metas establecidas.

Por lo tanto, la función de los encargados de llevar a buen término lo aquí establecido, deben generar como se mencionó en su momento, el plan logístico de CONTROL TOTAL DE PERDIDAS como parte integrante de la función administrativa de la empresa.

También en la COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, con los estudios realizados respecto a la prevención de accidentes se difundió la denominada POLITICA DE SEGURIDAD INTEGRADA AL TRABAJO, la cual tiene como esencia que a partir de un trabajo bien planeado, organizado, dirigido y controlado, se tendrá un trabajo eficiente y seguro.

No se debe olvidar que:

- a) Las técnicas en la prevención de accidentes deben ser revisadas y actualizadas, y qué .
- b) La seguridad es una responsabilidad compartida.

#### RESUMEN DE LOS CONCEPTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL TRATADOS EN ESTE CAPITULO

**SEGURIDAD INTEGRADA AL TRABAJO.**- Con este concepto se expresa que la Seguridad y el Trabajo constituyen una sola unidad. Que un trabajo bien planeado, bien organizado, bien dirigido y bien supervisado constituye un trabajo eficiente y seguro.

En las líneas naturales de dirección de mando, consiste en que el personal tenga la actitud de aceptar y ejercer su responsabilidad en cuanto a la prevención de riesgos: de tal manera que se sienta responsable de los recursos humanos y materiales con que cuenta, al cuidar la integridad física y moral de sus trabajadores y hacer uso de las mejores experiencias tecnológicas a su alcance para utilizar eficientemente las instalaciones, maquinaria, equipos, herramientas y materiales proporcionados.

#### ACCIDENTE:

Toda suspensión súbita de una actividad, no planeada, no deseada que puede originar lesión o daños materiales.

#### RIESGO DE TRABAJO:

Los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.



## 2.2 CAPACITACION

Para lograr los objetivos de la seguridad industrial así como el control de pérdidas, en el desarrollo productivo de una empresa, se requiere -llevar a cabo programas de capacitación, entendiéndose como ésta al conjunto de actividades destinadas a elevar el rendimiento anímico y técnico-administrativo de los recursos humanos con que cuenta la empresa.

La capacitación viene ser la solución de los diferentes problemas creados por la falta de conocimiento del uso de equipo y herramientas así como de los procedimientos para llevar a cabo el trabajo asignado.

En la C.L. y F. como se había mencionado con anterioridad se llevan a cabo programas de capacitación enfocados a dos grandes grupos, estos son:

- a) Capacitación para altos mandos y para mandos medios (Profesionistas).
- b) Capacitación para trabajadores.

Nosotros abordaremos lo referente a capacitación para trabajadores, en particular a los del Departamento de Líneas Aéreas.

Por políticas internas de esta empresa, todo el personal del Departamento de Operación, es enviado a cursos de Capacitación, para especializarlo en el área que le corresponda.

Para el caso del personal del Departamento de Líneas Aéreas, se programan cursos periódicos a través de sus escuelas de capacitación, que comprenden 3 niveles: curso básico, curso medio y curso avanzado, a través de los cuales se les imparten a todas las categorías existentes, conceptos involucrados en el mantenimiento e instalación de las redes aéreas.

Adicionalmente año con año se revisan los programas de capacitación ajustándolos y actualizándolos a las necesidades de la empresa.

Las fechas de inicio y terminación de los distintos cursos se calendarizan y de antemano se especifica el número de personas que serán capaci-

tadas en el año, un ejemplo de un programa de capacitación se muestra en la tabla I, donde podemos apreciar la correlación de los cursos a través del año, - así como los tres grupos genéricos y la división de éstos. Finalmente se hace extensivo el programa enviando copias a los jefes de las áreas involucrando para su conocimiento.

De esta forma se cuenta con los siguientes cursos:

- 1.- Formación de ayudantes
- 2.- Formación de practicantes
- 3.- Formación de Liniero C.
- 4.- Jefe de cuadrilla o Liniero A.
- 5.- Formación de sobrestante:

- a) Instructores
- b) Instructor Titular
- c) Instructor adjunto

- 6.- Sobrestante General.

Con este programa el personal del Departamento puede desarrollar se ampliamente aprobando estos cursos.

A continuación daremos una reseña de como se Capacita el personal de Líneas Aéreas trabajando con línea viva.

#### CAPACITACION DE CUADRILLAS PARA TRABAJAR EN LINEAS VIVAS

A medida que la demanda de energía eléctrica crece y las cargas aumentan en consecuencia, la responsabilidad de las Compañías y de sus empleados para el mantenimiento continuo del servicio que prestan, aumentan proporcionalmente.

Es conveniente que al comienzo de todo programa de entrenamiento de personal para trabajar en líneas vivas, se les haga comprender, tanto a los

linieros, que el trabajo en líneas vivas es la forma más segura de ejecutar el mantenimiento de líneas. Los records prueban que el trabajo en líneas vivas de alto voltaje es más seguro que trabajar con equipos protectores de líneas de menor voltaje o ejecutar trabajos en líneas desenergizadas que pueden ser energizadas mientras se esté trabajando en ellas.

Los linieros que trabajan con los bastones en las líneas de alto voltaje están siempre concientes del peligro existente, y, dándose cuenta de esto, trabajan con más precaución y se mantienen a una distancia segura de las líneas energizadas.

El primer paso en preparar cuadrillas para trabajar en líneas vivas es la selección y entrenamiento de los linieros, para lo cual se deben organizar escuelas con tal objeto. Una de las principales responsabilidades de tales escuelas es determinar la aptitud de cada candidato para trabajar en líneas vivas.

Las características generales de un hombre mental y físicamente apto para efectuar trabajos de mantenimiento de líneas vivas, deben ser altas y es generalmente convenido que los linieros que tomen estos cursos deben demostrar que poseen las condiciones necesarias para calificar en esta clase de trabajo. Si se encuentra que un hombre no posee el temperamento adecuado para esta clase de trabajo, no debe continuar su entrenamiento sino dedicarlo a otros deberes dentro de sus posibilidades.

Tres de los factores más significativos que deben resaltar en los hombres que se dediquen a esta clase de trabajos son: Alto grado de habilidad manual, coordinación de primera clase y temperamento tranquilo.

Los linieros deben ser capaces de emplear un buen juicio cuando estén trabajando y deben ser capaces también de mantenerse serenos y calmados bajo cualquier circunstancia como una protección para sí mismo y para sus compañeros. Los mismos requisitos de seguridad deben ser aún más severos para las personas que actúen como capataces o supervisores. Estos, además, deben ser capaces de darse cuenta del estado de ánimo de los hombres bajo su supervisión, aún cuando éstos no lo expresen y no deben alterarse en modo alguno mientras -

estén en el trabajo.

El liniero de estas cuadrillas deben ser suficientemente entrenado, para que entienda perfectamente como debe emplearse cada herramienta y ser capaz también de comprender si ésta se está empleando o no adecuadamente y si responde eficientemente.

Para llegar a ello es necesario que el liniero conozca como ha sido construida la herramienta, para que función fue diseñada, y como se supone debe ser usada. Debe conocer porqué una herramienta al ser usada de tal manera puede resultar dañada o constituir un peligro. Conocer el uso impropio es tan importante como conocer el uso correcto de cada herramienta.

Al liniero debe enseñarsele que los bastones largos no han sido diseñados para usarlos como levantadores de líneas, sino para ayudar a mantener éstas alejadas a una distancia que permite ejecutar el trabajo con seguridad.

Es conveniente que las Escuelas de Entrenamiento preparen toda clase de estructuras que contengan líneas similares a aquellas en que después se va a trabajar. Estas estructuras deben ser de tamaños estándar excepto los postes que no tienen necesariamente que ser muy altos, para propia conveniencia del practicante y para que el instructor lo pueda tener más al alcance de su vista y de su voz.

Unas cuantas indicaciones preliminares con ayuda de esquemas y fotografías deben ser suministradas al practicante en el salón de clases, de manera que éste se familiarice con los fundamentos básicos del trabajo, pero tan pronto los adquieran, estos fundamentos deben ser transferidos inmediatamente al campo de entrenamiento práctico, pues la mejor manera de aprender a hacer las cosas es haciéndolas.

En estos campos de entrenamiento los linieros aprenden a trabajar con las herramientas en la misma forma que lo realizarán más tarde en el trabajo real, y así se acostumbran a emplearlas correctamente y a determinar cuáles son las adecuadas para cada clase de trabajo. También se acostumbran a instalarlas correctamente en los postes o estructuras, de tal manera que pue -

dan ser operadas sin interferir con otros equipos, conductores o personal. La seguridad y facilidad con las cuales pueden ejecutarse el trabajo de líneas vivas, depende en gran medida de la forma en que se coloca el equipo sobre el poste o estructura. La secuencia adecuada de las operaciones es también muy importante y a medida que los linieros se van familiarizando con el trabajo deben animarseles a analizar con el capataz cada fase del mismo antes de comen- zarse.

cuando ha sido estudiado cuidadosamente el método mejor y más seguro a seguir, el trabajo puede ser ejecutado sin interrupciones que de otro modo podrían presentarse por falta de un planeamiento adecuado.

Es muy recomendable demostrar a los linieros la manera adecuada de manipular y cuidar cada herramienta mientras se están ejecutando los trabajos.



### 2.3. NORMAS DE TRABAJO

Como resultado de la estructuración de los conceptos de SEGURIDAD INTEGRADA AL TRABAJO Y CAPACITACION, se desarrollan reglas y procedimientos que posteriormente se adoptaron como NORMAS DE TRABAJO.

Las NORMAS DE TRABAJO, constituyen una parte fundamental en las actividades laborales de los trabajadores, tanta es su importancia que la LEY FEDERAL DEL TRABAJO en su Artículo Nº 134, establecen como obligación de los trabajadores, cumplir las disposiciones de las NORMAS que les sean aplicables.

#### DEFINICION:

NORMAS: Son el conjunto de publicaciones editadas por organismos especializados, que sirven de base para el diseño de instalaciones, equipos, ó partes; en cualquiera área de Ingeniería.

Partiendo de la definición anterior, podemos establecer que:

Una NORMA DE TRABAJO, es el conjunto de publicaciones, reglas ó procedimientos de trabajo, basado en la Ciencia, la Técnica y la experiencia, cuya finalidad es la de obtener mejor calidad en el trabajo, proporcionando bases para el diseño, además de Seguridad al personal, al equipo y a los materiales.

Las NORMAS DE TRABAJO, debidamente aplicadas a la instalación y mantenimiento de LINEAS AEREAS de Distribución Eléctrica, dá como resultado un servicio de mayor continuidad y confiabilidad del sistema, evitando con esto pérdidas considerables.

La realización de un buen trabajo de mantenimiento ó de instalación se refleja en un suministro de energía eléctrica eficiente, reduciéndose el número de fallas por falsos contactos, caldas de líneas, malos empalmes etc.

Dentro de la COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, se generan Normas, las cuáles son presentadas en forma de Instructivos. Específicamente, y-

para nuestro estudio, nos referimos a las NORMAS aplicadas a LINEAS AEREAS, - las cuáles contemplan ciertas técnicas que nos indican como realizar la instalación de postes, cuchillas, apartarrayos, etc. Asimismo se dan criterios para hacer buen uso de las herramientas y equipos de Seguridad, para aplicarlos adecuadamente.

En éste Capítulo se anexa un apéndice donde se muestra textualmente una regla de Trabajo utilizada por el personal de la COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, en el que se indica procedimientos de trabajo comunmente usados.

Obviamente es necesario conocer el uso adecuado de las herramientas, los materiales y los equipos especiales para trabajar en esas condiciones.

## ANEXO

### REGLAS BASICAS PARA EL USO DE EQUIPOS DE PUESTA A TIERRA

"HACER UN SISTEMA DE ATERRIZAJE CORRECTO EN EL LUGAR DE TRABAJO, DA EL MEJOR MARGEN DE SEGURIDAD".

La seguridad de los Trabajadores de LINEAS AEREAS, cuando éstas están desenergizadas, depende de que sean dotados con equipos de puesta a tierra para protegerse de algún choque eléctrico, éstos equipos deben ser capaces de soportar las máximas corrientes de falla. Para tal efecto al trabajador se le deberá capacitar para instalar el sistema de tierras adecuadamente. Reduciendo así las fallas por instalación.

Anteriormente se pensaba que el colocar TIERRAS a ambos lados del lugar de trabajo protegía totalmente dicha área, pero después de algunas pruebas efectuadas al sistema, simulando una falla, demostraron que efectivamente existía una circulación determinada de corriente a través del área a proteger. De esta forma se retomó el caso y se estableció que el objetivo de los equipos de puesta a tierra sería el de limitar la corriente que fluye a través del cuerpo del trabajador a un valor por debajo de la resistencia de éste. Igualmente se definirá cuando aparezca un voltaje debido a acoplamiento capacitivo o inductivo con alguna línea energizada cercana.

En esta sección se presenta la metodología y los resultados obtenidos al modificar la aplicación del sistema de tierras en un área de trabajo determinada.

### GENERALIDADES

Se selecciona nuevos equipos de puesta a tierra, se plantea el nuevo procedimiento para aterrizar y se capacita tanto a los trabajadores como a los supervisores sobre los principios de circuitos eléctricos involucrados.

Es en este punto también, donde se determinarán las máximas corrientes de falla que pueden presentarse. Así como los tiempos de apertura de los dispositivos de protección. Con estos datos, se seleccionan los conectores y el cable adecuado, evaluándose como un conjunto y no individualmente.

## DESARROLLO

El primer paso consiste en seleccionar el mejor método de aplicación de las TIERRAS. Se mencionó en párrafos anteriores en forma general, aquí lo veremos en forma detallada.

### CASO I: SISTEMA DE TIERRAS A AMBOS LADOS DEL LUGAR DE TRABAJO.

En la figura 2.1., se muestra gráficamente el arreglo en términos eléctricos. La alimentación de energía proviene del punto A. El circuito está abierto en el punto D, pero podría estar cerrado.

En este caso, se supone una condición extremadamente severa. El trabajador está en contacto con el conductor, y sus pies están en contacto con la bajada a tierra. Analizando, observaremos que la única resistencia al paso de la corriente, suponiéndose que la línea se energiza accidentalmente, es la resistencia propia del trabajador, ésta a su vez se encuentra en serie con la resistencia a tierra.

Si el poste fuese de madera, seco y sin bajada a tierra, la situación sería totalmente distinta; en este caso la resistencia del cuerpo del trabajador estaría en serie con la resistencia del poste de madera y la resistencia a tierra. Si en estas condiciones la línea se energiza, el flujo de corriente a través del cuerpo del trabajador sería mucho menor que en el caso que estamos analizando.

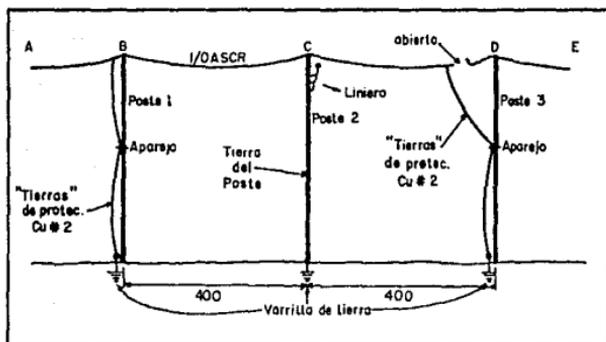


Fig. (2.1) Aterrizando a ambos lados del lugar de trabajo.

Supondremos que la resistencia a tierra es de 5 Ohms (este valor puede variar desde menos de 5 Ohms hasta 100 Ohms o más). La del cuerpo del - trabajador de 500 Ohms, (este valor puede variar de 500 a 1500 Ohms, aproximadamente). El circuito equivalente se muestra en la figura 2.2.

Del análisis eléctrico podemos ignorar algunos valores pequeños de resistencia, a fin de simplificar los cálculos, lo cual no tendrá ningún efecto en la precisión de los resultados. El circuito equivalente simplificado se muestra en la figura 2.3.

Si el circuito se energiza a 13,279 volts a tierra, tendremos:

$$I_1 = I_3 = \frac{13,279}{5} = 2,656.0 \text{ Amp.}$$

$$I_2 = \frac{13,279}{505} = 26,29 \text{ Amp.}$$

En estas condiciones, a través del cuerpo del trabajador circu -

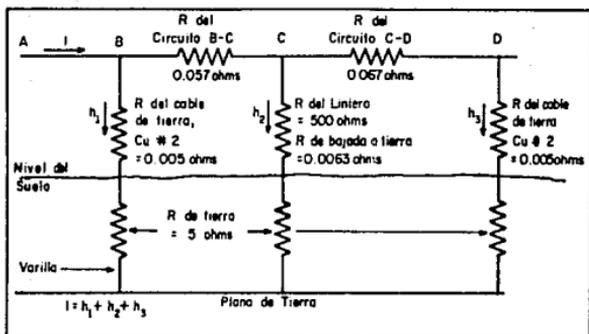


FIG.(2.2) Circuito equivalente de la Fuente, el Linero, y 2<sup>as</sup> tierras"

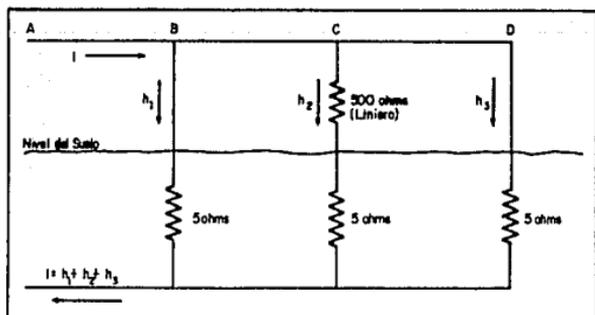


FIG.(2.3) Circuito equivalente simplificado, en el que se aprecia que la corriente a través del Linero puede ser grande, en las condiciones mostradas.

lan 26.29 Amperes, siendo una corriente extremadamente alta para la tolerancia del cuerpo humano. Lo anterior, como sabemos, ocurrirá mientras no operen los dispositivos de protección.

Veamos ahora como podemos limitar el flujo de corriente a través del cuerpo del trabajador a un valor aceptable:

Aún cuando las quemaduras serias son provocadas por corrientes - relativamente altas, las contracciones dolorosas o la denominada fibrilación - ventricular, pueden ser producidas por corrientes relativamente pequeñas. Esto es, la probabilidad de fibrilación ventricular depende de la corriente, del tiempo, del peso corporal y del corazón; la fórmula matemática para calcular - la corriente que puede producir fibrilación ventricular está dada por:

$I$  = Corriente en miliamperes.

$$I = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

$t$  = Duración en segundos.

$K$  = Una constante, tal que:

Si  $K \leq 116$  hay una probabilidad mínima (0.5%) de fibrilación.

Si  $K \geq 185$  hay una probabilidad máxima (99.5%) de fibrilación.

El tiempo de apertura de los dispositivos de protección es de - 0.5 segundos (varía de acuerdo al equipo a usar). En estas condiciones, para - tener un mínimo de probabilidad de fibrilación, la corriente será:

$$I = \frac{116}{0.5} = 73.3 \text{ mA.}$$

Para ofrecer un rango de mayor seguridad, limitaremos la corriente a un valor de 100 Ma, se recordará que se supuso la resistencia del cuerpo del trabajador de 500 Ohms. Por lo tanto para que la corriente que circula a través del trabajador no exceda de 100 mA, el voltaje a que se verá sujeto no debe ser mayor de:

$$0.100 \times 500 = 50 \text{ volts.}$$

Si tenemos una corriente de falla máxima de 10 000 A. Para alcanzar un voltaje superior a los 50 Volts establecidos, la resistencia permisible del cable será:

$$R \text{ cable} = \frac{50}{10000} = 0.005 \text{ Ohms.}$$

Observaremos que el cable libre # 2, es capaz de soportar aproximadamente 13 000 A, durante un tiempo de 0.5 segundos. Seleccionando este cable, ya que la resistencia que presenta por unidad de longitud es de 0.005315-Ohms/M, la longitud máxima para evitar una elevación de voltaje superior a los 50 Volts será:

$$L_m = \frac{0.005}{0.005315} = 9.41 \text{ M}$$

**CASO II: SISTEMA DE TIERRA EN EL LUGAR DE TRABAJO**

Colocaremos ahora una sola tierra cuyas características eléctricas serán semejantes a las establecidas en el CASO I. La resistencia del cuerpo del trabajador estará en paralelo con la resistencia del cable, esto se muestra en la Figura 2.4. Si en estas condiciones el circuito se energiza accidentalmente a 23000 Volts, el circuito equivalente será el que se muestra en la Figura 2.5.

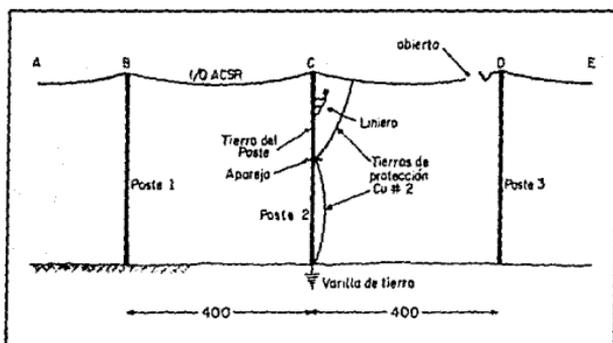


Fig. (2.4). Aterrizar en el lugar de trabajo es el método más seguro.

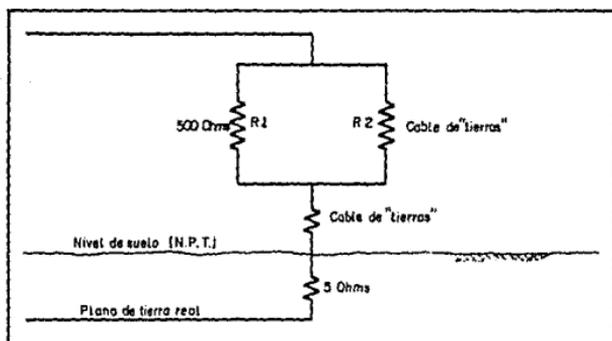


Fig. (2.5). Circuito equivalente del liniero y las "tierras" en el sitio de trabajo.

La resistencia resultante del cuerpo del trabajador en paralelo con la resistencia del cable de tierra, será:

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = 0.004999 \text{ Ohms.}$$

Que prácticamente se reduce a la resistencia presentada por el cable. De esta forma consideramos finalmente a  $R = 0.005 \text{ Ohms}$ . La corriente que fluirá a tierra será

$$I = \frac{13,279.0}{0.005 + 0.005 + 5} = 2,650.5 \text{ Amperes.}$$

La diferencia de potencial que aparecerá a través del cuerpo del trabajador será:

$$V = I \times R = 2,650.5 \times 0.005 = 13.25 \text{ V.}$$

Por lo tanto, la corriente que circula a través del cuerpo será:

$$I_c = \frac{13.25}{500} = 0.0265 \text{ Amperes} = 26.5 \text{ miliamperes.}$$

La cual tiene un valor mucho menor a los 100 mA establecidos, dando como resultado mayor seguridad.

Se puede argumentar en este punto que la impedancia utilizada a tierra de 5 Ohms es un valor muy bajo, y que por lo tanto el ejemplo no es representativo para las condiciones reales que se presentan en campo. Sin embar-

go, al realizar una serie de cálculos adicionales, usando valores de resistencia a tierra mayores, encontraríamos que el voltaje y la corriente a través del trabajador se van reduciendo a medida que incrementamos el valor de resistencia a tierra.

Es importante señalar que los cálculos anteriormente presentados son únicamente para demostrar los principios eléctricos involucrados. Los valores reales de corto circuito solamente pueden obtenerse utilizando las características completas y reales de impedancia.

#### CONTROL DE VOLTAJE MAXIMO

Del ejemplo presentado se deriva la siguiente conclusión:

Es de suma importancia limitar correctamente el voltaje máximo - que se llegue a presentar en el área de trabajo, lográndose esto de forma satisfactoria, mediante el uso de TIERRAS de protección instaladas en el lugar de trabajo y en paralelo con el cuerpo del trabajador.

Esta instalación obliga a la utilización de una barra o aparejo de tierras que deben colocarse por debajo del trabajador en el caso de postes de madera, con una longitud definida de cable, ésta a su vez debe cumplir con la resistencia del cuerpo del trabajador, tal y como se muestra en el Caso II.

Colocar TIERRAS de protección personal, a cada lado del lugar de trabajo, no da el grado óptimo de protección que se logra al ubicarlas en el sitio mismo de trabajo.

#### CAPACITACION DEL TRABAJADOR.

El paso final para la implantación del nuevo programa de uso de TIERRAS de protección personal, consiste en darles capacitación a los trabajadores que la utilizarán. Cuando se presenta por vez primera, es común que algunos de ellos se muestren renuentes a aceptarlo, generalmente por no tener los

conocimientos básicos de circuitos eléctricos necesarios para entender sus fundamentos, particularmente en lo que respecta a las trayectorias de corriente en circuitos en paralelo. Así es de que se deberá explicar a detalle y de forma recalcante la importancia del papel que juegan dichas corrientes al tomar diferentes trayectorias de circulación.

Usualmente los trabajadores también desconocen que la rapidez del flujo de corriente en un conductor es del orden de los 2,933.0 Km/seg. Los dispositivos para la protección de los circuitos sencillamente no pueden operar en el tiempo que toma la corriente fluir desde un cable de tierras del poste o estructuras sobre la que se está trabajando.

Por lo tanto, el programa de entrenamiento debe incluir una presentación clara y concisa de los principios básicos de circuitos eléctricos.

Los principios básicos a explicar consiste en:

- 1) Cuando se hace contacto con un conductor que está energizado, siempre existirá un flujo de corriente a través del cuerpo del trabajador. Esto es definitivo inclusive cuando se trabaja en líneas energizadas utilizando guantes aislantes de hule. Igualmente sucede cuando se trabaja utilizando herramientas especiales para LINEA VIVA.

Es requisito indispensable LIMITAR el valor de CORRIENTE que pasa a través del cuerpo del trabajador, a valores suficientemente pequeños. En los trabajos de LINEA VIVA se reduce tanto este valor de corriente, que algunos trabajadores no lo perciben.

Una condición similar se presenta cuando se trabaja en una línea desenergizada y aterrizada. Si por algún motivo la línea se energiza accidentalmente, las TIERRAS de protección bien diseñadas permitirán que los dispositivos de protección operen, desenergizando el circuito. Pero si el trabajador se encuentra tocando la línea durante este lapso, cierta cantidad de corriente fluirá a través de su cuerpo. Esto es inevitable. Sin embargo, dicha corriente puede ser limitada, a valores que pueden ser perfectamente tolerados por el trabajador.

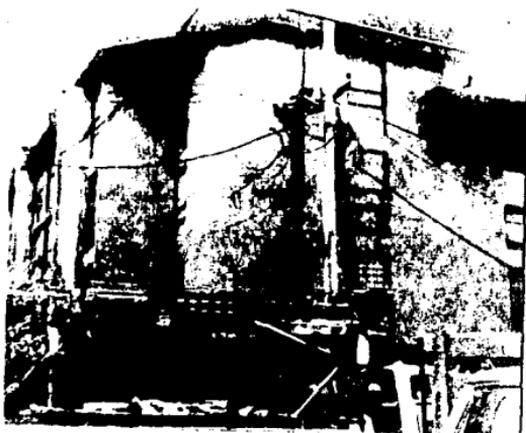
- 2) El método confiable, que nos otorga un máximo de seguridad, es indudablemente el utilizar tierras de protección EN EL LUGAR DE TRABAJO (poste, torre, etc.). Estableciendo una zona de voltaje controlado a través del cuerpo del trabajador. Como se dió en su oportunidad, esto puede ser demostrado a los trabajadores mediante una explicación de la teoría básica de circuitos eléctricos.
  
- 3) Existirán situaciones en las que no sea práctico ni posible aterrizar en el lugar del trabajo, como puede suceder ya sea trabajando en sistemas subterráneos o en trabajos de poda de árboles durante fallas o tormentas.

En estos casos será necesario aterrizar a ambos lados del sitio de trabajo. Sin embargo, se debe consentizar al trabajador que ATERRIZAR EN EL LUGAR DE TRABAJO SIEMPRE LE DARA EL MAYOR MARGEN DE SEGURIDAD.

# SEGURIDAD

|                                  |
|----------------------------------|
| CASCO                            |
| GAFAS                            |
| GUANTES                          |
| ZAPATOS                          |
| UNIFORME                         |
| CINTURON<br>PORTA<br>HERRAMIENTA |
| BANDOLA                          |
| ESCALERA                         |
| SOGA                             |
|                                  |
|                                  |





### C A P I T U L O   I I I

DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCION  
AEREO Y NORMALIZACION DEL MATERIAL QUE SE EMPLEA.

*" Nunca desistas cuando te has  
fijado una meta, consiguela  
para poder forjar otra ".*

- J. L. L. -

## DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO

### INTRODUCCION:

En la instalación y mantenimiento de toda estructura de Distribución Aérea se debe de contar con el equipo adecuado, tanto para el personal que interviene en la realización del trabajo, así como del equipo eléctrico a utilizar.

En el presente capítulo se describirán los equipos comúnmente usados, dividiéndolos en dos grupos genéricos.

- 1.- DISPOSITIVOS Y EQUIPOS ELECTRICOS.
- 2.- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y HERRAMIENTA PARA EL TRABAJADOR.

A su vez se menciona que el diseño y uso de estos equipos están sustentados por Normas de SEGURIDAD INDUSTRIAL.

### 1.- DISPOSITIVOS Y EQUIPOS ELECTRICOS

Son aquellos elementos que forman parte de una estructura de distribución, los cuales se rigen por los principios de organización y normalización, con la finalidad de obtener el mayor rendimiento y operación.

### CABLE CONDUCTOR PARA LINEAS AEREAS

**CONDUCTOR.**- Es uno de los elementos que juega un papel relevante dentro de todo el sistema de Distribución Eléctrica. Se define como aquel elemento de baja impedancia cuya finalidad es la de transportar el flujo de electrones de un lugar a otro.

El desarrollo de los sistemas eléctricos de potencia ha tenido gran auge en la actualidad, debido a que representan un elemento de primordial importancia en el avance del país.

En un sistema de potencia, desde la generación hasta el consumo de la Energía Eléctrica, se requiere mantener el suministro de ésta en forma continua, es decir con un mínimo de interrupciones y en la cantidad que los distintos usuarios requieran.

En la selección del cable para líneas aéreas, se debe previamente realizar el estudio técnico analizando las características que ofrece éste respecto, a los requerimientos de la instalación. Este tipo de cables se utilizan principalmente para la distribución, subtransmisión de energía eléctrica en zonas urbanas, rurales y costeras. Se instalan sobre aisladores que pueden ser de porcelana o sintéticos, los que determinan la tensión de operación del conductor.

Para el diseño del cable, se deberá tener en cuenta las condiciones de instalación a las que va a estar sujeto, ya que los cables van a diferir en sus propiedades eléctricas y mecánicas, en su configuración, en el método de ensamble y en su resistencia a la corrosión según lo establezca el medio ambiente para el cual ha sido diseñado.

Los cables para líneas aéreas están formados por un conductor sólido o cableado, que en la mayoría de los casos va desnudo, salvo en algunas ocasiones que se le aplica un forro de polietileno o policloruro de vinilo (PVC) como protección.

Para seleccionar el tipo de conductor en cuanto a material se refiere, se debe de conocer el grado de contaminación o de corrosión en la zona en que se localizará la línea, a fin de utilizar el material adecuado.

El conductor está formado por uno o varios alambres de cobre o de aluminio, y estos a su vez, pueden tener refuerzo de hilos de acero, que son reunidos con un paso de cableado determinado.

Un conductor redondo, es un alambre o cable cuya sección transversal es sustancialmente circular. Cuando los alambres son de mayor diámetro, el torcido de los mismos se efectúa generalmente en capas concéntricas alrededor de un núcleo central de 1 ó mas alambres, recibiendo el nombre de cable

concéntrico que es el más empleado en cables desnudos para líneas aéreas.

Es conveniente considerar las ventajas y desventajas de los conductores de aluminio, aluminio con alma de acero (ACSR) y cobre, con el objeto de marcar un criterio para su elección.

- 1) El empleo de cables de aluminio con alma de acero (ACSR) en líneas aéreas, permite distancias interpostales mayores que con el empleo de conductores de cobre, debido al bajo peso del aluminio, reforzado con el alto esfuerzo a la ruptura del acero.
- 2) Los cables de aluminio con alma de acero (ACSR) no deben emplearse en zonas de contaminación fuerte o con atmósfera salubre ni en lugares próximos al mar, ya que los efectos de la corrosión electroquímica entre los hilos de a cero y de aluminio los destruyen rápidamente.
- 3) Los alambres y cables de cobre se recomiendan usarlos en líneas de transmisión, subtransmisión y distribución de energía eléctrica en zonas con atmósfera salubre (lugares próximos al mar) o bien en donde se tiene una corrosión fuerte.

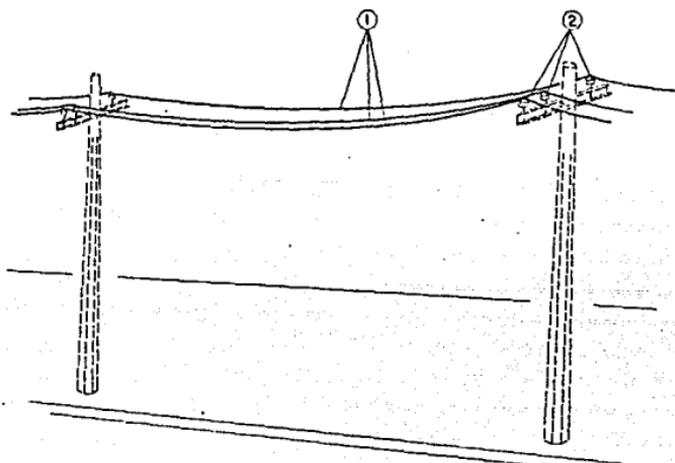
Con respecto al forro de los conductores, en algunos cables se utiliza un forro de polietileno negro o policloruro de vinilo (PVC) como protección a las líneas que pasan entre las ramas de árboles y hacen contacto con éstas, el forro es resistente a los malos tratos (cuando se arrastran al tender las líneas), a la humedad, a los rayos solares, y en general a la acción de la intemperie.

Los cables utilizados en los alimentadores aéreos van de acuerdo a la capacidad del equipo de la subestación, así como de la capacidad de conducción de la red, generalmente se usa para las troncales aéreas de distribución cable de aluminio 336 Ald (figura 3.1) siempre que el claro interpostal no sea mayor de 60 metros, en caso contrario se utilizará cable de aluminio con refuerzo de acero (ACSR).

Para los amarres de la troncal con los alimentadores adyacentes-

# CABLE AId 336

NORMAS LyF  
MONTAJE  
4.0C45



Materiales por cada km de circuito #.

| Ref. | N O M B R E   | Norma LyF | Unidad | Cantidad |
|------|---------------|-----------|--------|----------|
| 1    | CABLE AId 336 | 2.0109    | m      | 3060     |
| 2    | ALAMBRE AId 4 | 2.0082    | m      | 125      |

APLICACIÓN:

Instalado en Poste CR o CR-E y utilizando montaje; Paso 23, en líneas aéreas de 23 kv.

CLAVE DEL NOMBRE:

AId = Aluminio desnudo

336 = Calibre AWG

\* Nota: Se consideran 25 tramos de 40 mts.

FIGURA 3.1.

donde disminuye la demanda de corriente, se usan cables calibres 4/0 ó 1/0 - ACSR (figura 3.2 ) y para los ramales finales se emplea cable calibre No. 2 - ACSR.

### ELECTRODOS (VARILLAS COPPERWELD)

Los electrodos son fabricados en forma de tubos o varillas de fierro galvanizado, pero se ha generalizado el uso de las denominadas varillas copperweld.

En la instalación de los electrodos se pretende buscar terrenos más o menos blandos ya que serán enterrados o clavados con la finalidad de encontrar en el subsuelo zonas más húmedas, donde la resistividad eléctrica es menor. La aplicación de los mismos es de vital importancia en el diseño de redes de tierra.

La varilla de fierro galvanizado se limita a ser utilizada en terrenos cuya constitución química no ataque a dicho material, por lo que en terrenos donde sus componentes son más agresivos, conteniendo una alta concentración de agentes corrosivos, se debe utilizar la varilla copperweld.

La varilla copperweld en la parte externa está constituida de cobre puro ligado molecularmente a un núcleo de acero de alta resistencia mecánica, lo anterior debe cumplir íntegramente a los requisitos establecidos en DGN ó AINSI-C-33-8-1972. Este tipo de varillas combina las ventajas de alta conductividad del cobre con la alta resistencia mecánica del fierro. Además de proporcionar una buena conductividad eléctrica presenta una excelente resistencia a la corrosión así como una buena resistencia mecánica, lo que ha hecho el uso generalizado de este elemento.

En las líneas de distribución aérea son usadas para aterrizar los apartarrayos, de aquí la importancia de las varillas al ser colocadas en lugares de baja resistencia eléctrica. En sistemas donde se ha implantado el hilo de guarda igualmente se requiere el uso del electrodo de tierra para canalizar cualquier descarga al subsuelo.



# CABLES ACSR

NORMAS LyF  
MATERIAL  
2.0099

2 de 2

## CARACTERÍSTICAS:

El torcido de la capa exterior es derecho:

Peso menor que 210; Peso preferible 130

Tolerancia en longitud  $\pm 5\%$

Descuentos.- La Compañía aceptará cuando más el 10% del pedido en tramos cortos, aplicando los siguientes descuentos a los precios, tomando como base el precio unitario del cable de longitud normal:

| Longitud en % de la especificada | Descuento al precio en % | Longitud en % de la especificada | Descuento al precio en % |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Mayor de 105.1                   | 30 (al tramo excedente)  |                                  |                          |
| 105 a 95                         | 0                        | 74.9 a 65                        | 20                       |
| 94.9 a 85                        | 10                       | 64.9 a 55                        | 25                       |
| 84.9 a 75                        | 15                       | 54.9 a 50                        | 30                       |

## REFERENCIA:

Especificaciones EIE - C - 62 en las partes aquí no especificadas

## CLAVE DEL NOMBRE:

8, 6, 4, 2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0 - Calibre AWG

336, 795, 954, 1113 = 336.4 MCM, 795 MCM, 954 MCM, 1113 MCM

ACSR = Aluminum Cable Steel Reinforced (Cable de aluminio reforzado con acero)

May 58 | Rev: | Jun 59 | Ago 59 | Feb 64 | Oct 65 | Abr 63 | Jun 66 | Ago 65 | Feb 77 | Dic 77 | Abr 78

## AISLADORES TIPO ALFILER

Son los elementos que fijan los conductores de las líneas de distribución al poste y proporcionan además el nivel de aislamiento necesario.

Las características de los aisladores dependen de las características atmosféricas tales como: Presión, Temperatura, Humedad.

Por lo general están expuestos a la intemperie y por lo tanto sus características aislantes deben especificarse tanto para atmósfera seca como para condiciones de lluvia. Además pueden ser afectados por la contaminación atmosférica que presenta en zonas industriales o en lugares donde pueden producirse depósitos de sales, como por ejemplo la proximidad del mar.

Los conductores de las líneas de distribución están aislados por el aire, en los puntos de soporte y sujeción por aisladores de porcelana.

La porcelana es un producto cerámico obtenido por la vitrificación a altas temperaturas de una mezcla de arcilla, feldespato y sílice. La superficie de los aisladores se recubre con una película de un producto vitrificante a base de feldespato, arcilla y un pigmento para darles un color determinado.

Se fabrican distintos tipos de aisladores de acuerdo con su uso.

Los aisladores tipo alfiler se caracterizan por que cada elemento está formado por una serie de aisladores concéntricos formando un conjunto que refuerza la distancia de flameo. Su principal ventaja es que evita que entre sus pliegues penetre la contaminación y su desventaja es lo difícil de su limpieza.

Este tipo de aislador se usa solo o en columna sobreponiendo uno sobre otro hasta alcanzar el nivel de aislamiento adecuado.

El material aislante más usado para los aisladores en los sistemas de distribución, es la porcelana y la principal característica de este material aislante, entre otras son:

- a) Alta resistencia eléctrica
- b) Alta resistencia mecánica
- c) Estructura muy densa
- d) Sin absorción de humedad

Las cachuchas y alfileres de los aisladores están hechas de fundición de hierro maleable.

La ventaja del hierro maleable es que elimina la oxidación y, por lo tanto no es necesaria su galvanización.

#### CARACTERISTICAS DE AISLAMIENTO DE LOS AISLADORES

Para poder seleccionar los aisladores para una tarea específica, es necesario conocer su uso para aplicarles los tres tipos de sobrevoltajes - que pueden presentarse en un sistema eléctrico de potencia: sobrevoltajes de baja frecuencia, impulsos eléctricos debidos a rayos y sobrevoltajes de alta frecuencia originados por la operación de interruptores.

#### NIVEL DE AISLAMIENTO A BAJA FRECUENCIA

Los aisladores están sometidos normalmente a una diferencia de potencial alterna de baja frecuencia (50 ó 60 HZ) resultante del voltaje de operación del sistema en que están instalados. Pueden también estar sometidos a sobrevoltajes de baja frecuencia en caso de fallas monofásicas ó bifásicas a tierra, cuya magnitud depende de las características del sistema.

Además si los aisladores están colocados a la intemperie, que es el caso más frecuente en las instalaciones de un sistema de distribución, habrá que considerar el comportamiento de los aisladores tanto como atmósfera seca como por atmósfera húmeda, o sea bajo condiciones de lluvia, niebla o nieve.

Los aisladores que se usen en líneas eléctricas, en cuanto a su construcción y material, deben cumplir los requisitos que establece la Norma -

Oficial Mexicana.

Cada aislador diseñado para operar en líneas con tensiones mayores de 23 KV, deben someterse en fábrica a las pruebas que sean necesarias, de acuerdo con la norma oficial mexicana.

Los valores de tensión de flameo en seco de un aislador, cuando se prueben de conformidad con las Normas, no deben de ser inferiores a los indicados en la siguiente tabla:

TENSIONES MINIMAS DE FLAMEO EN SECO DE AISLADORES

| TENSION NOMINAL<br>(ENTRE FASE)<br>KV | TENSION MINIMA<br>DE PRUEBA<br>KV * | TENSION NOMINAL<br>(ENTRE FASE)<br>KV | TENSION MINIMA<br>DE PRUEBA<br>KV * |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 0.75                                  | 5                                   | 85                                    | 220                                 |
| 2.4                                   | 20                                  | 115                                   | 315                                 |
| 7.5                                   | 40                                  | 138                                   | 390                                 |
| 13.2                                  | 55                                  | 150                                   | 420                                 |
| 23.0                                  | 75                                  | 161                                   | 445                                 |
| 34.5                                  | 100                                 | 230                                   | 640                                 |
| 46.0                                  | 125                                 | 400                                   | 1120                                |
| 69.0                                  | 175                                 |                                       |                                     |

\* CONDICIONES NORMALES:

FRECUENCIA: 60 HZ

TEMPERATURA AMB.: 25 °C

PRESION ATMOSF.: 101.3 kPa (760 mmHg)

PRESION DE VAPOR: 15.5 mmHg

## CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA SELECCION DE AISLADORES.

En zonas donde las descargas atmosféricas son severas o existen condiciones de contaminación desfavorables (salinidad, humo, polvo, niebla, etc.) o bien si tienen sequías prolongadas que ocasionen acumulación de contaminantes, seguidas por lluvias escasas, deben usarse aisladores con tensiones de flameo en seco mayores a las indicadas en la tabla anterior ó con características especiales adecuadas para el ambiente en que vaya a operar.

La resistencia mecánica de los aisladores debe ser suficiente para soportar las tensiones mecánicas a las que estén sometidos sin exceder los siguientes porcentajes de su resistencia mecánica a la ruptura:

CANTILIVER: 40%  
COMPRESION: 50%  
TENSION: 50%

En circuitos de corriente constante, los aisladores deben seleccionarse en base a la tensión nominal a plena carga del circuito.

La figura (3.3.) muestra el Aislador Tipo Alfiler.

# AISLADOR A 56-2

NORMAS LYF  
MATERIAL  
2.0070

1 de 2

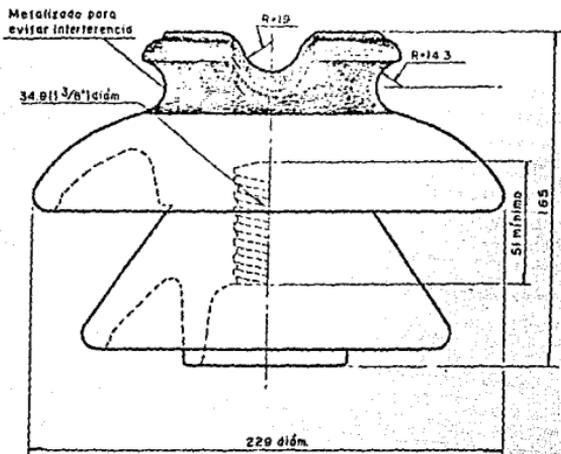


FIGURA - 3.3

Esc. 1:2

Acataciones en mm.

## CARACTERÍSTICAS

| Clase       | 56-2   |         |
|-------------|--|---------|
| Dimensiones | Distancia de fuga (mínimo)                       | 432 mm  |
|             | Distancia en línea en seco (mínimo)              | 243 mm  |
|             | Altura del aislador (mínimo)                     | 176 mm  |
| Mecánicas   | Resistencia al Golpe                             | 3411 Kj |
| Eléctricas  | Clase en seco a baja frecuencia                  | 130 MV  |
|             | Clase en húmedo a baja frecuencia                | 70 MV   |
|             | Clase en seco a alta frecuencia                  | 120 KV  |
|             | Clase en húmedo a alta frecuencia                | 70 KV   |
| Materiales  | Resistencia a la contaminación a baja frecuencia | 100 KV  |

| AISLADOR A 56-2  |   | NORMA LyF<br>MATERIAL<br>2.0070 |
|--|---|---------------------------------|
| 2 de 2   |   |                                 |
| Radio Interferencia  | Tensión máxima de radio interferencia a 1000 KHz con una tensión de prueba a baja frecuencia de - 22 KV (r.m.c. a tierra) | 100 KV                          |
| Peso aprox.  | 4.5 Kg.   |                                 |
| <b>MATERIAL :</b><br>Porcelana vidriada color café, con acabado metalizado en la parte superior del aislador de acuerdo con lo establecido en la norma NOM J-245 (última revisión).  |   |                                 |
| <b>REFERENCIA :</b><br>Norma NOM J-245 (última revisión) "Aisladores de Porcelana Tipo Alfiler - para Alta Tensión".   |   |                                 |
| <b>MARCA E IDENTIFICACION :</b><br>Cada aislador debe llevar marcado en forma legible y permanente lo siguiente :<br>Clase del aislador<br>Nombre del fabricante<br>Fecha de fabricación (mes y año)<br>Leyenda "Hecho en México" o indicación del país de origen  |   |                                 |
| <b>EMPAQUE :</b><br>Cada pieza debe protegerse en forma individual y empacarse en cajas de madera de resistencia mecánica adecuada, para que durante su manejo, transporte y almacenamiento no sufra daños que alteren su operación.<br>Cada caja debe contener 10 unidades y deberá llevar marcado en su exterior, en forma visible lo siguiente :<br>Nombre del material según la presente norma<br>Número de aisladores que contiene<br>Clase del aislador<br>Número de pedido y partida del mismo<br>Nombre del fabricante<br>Leyenda "Frágil, Manéjese con cuidado" |   |                                 |
| <b>PRUEBAS DE ACEPTACION :</b><br>Se efectuarán de acuerdo a lo establecido en la norma NOM J-245 (última revisión) y al Instructivo de Inspección por Muestreo Estadístico de Aisladores LAG-AWA, en presencia y de conformidad con personal del Departamento de Laboratorio de la CLYFC.   |   |                                 |
| <b>USD :</b><br>Fijado a Alfiler 231 o 235 por medio de rosca, soporta y aísla líneas de - 23 KV.  |   |                                 |
| <b>CLAVE DEL NOMBRE :</b><br>A = Tipo Alfiler<br>56-2 = Clase del aislador según norma NOM J-245 (última revisión)   |   |                                 |
| Cancela a la Norma LyF 2.0070 "Aislador 23" (Revisión Oct 72)  |   |                                 |
| May 74   | Rev:  |                                 |

## POSTES

Los postes utilizados en los Sistemas de Distribución se fabrican con materiales de Acero, Concreto y Madera.

Deben poder resistir cargas verticales (debido al peso propio del equipo y herraje tales como alfileres, crucetas, cuchillas, etc.), cargas transversales (debido al viento, conductores, etc.), y cargas longitudinales (debido a las tensiones mecánicas máximas de los conductores).

**POSTES DE MADERA.**- Son de madera escogida libre de defectos que puedan disminuir su resistencia mecánica y tratados con una solución preservadora, para aumentar su duración (figura 3.4.).

El pino del país tiene una resistencia a la ruptura de aproximadamente 400 kilogramos por centímetro cuadrado, sin embargo, es conveniente usar valores de resistencia obtenidos en pruebas.

Es conveniente no hacer ensambles; si se hacen deben soportar un factor de sobrecarga no menor que el requerido para el poste.

**POSTES DE ACERO.**- Cuando la aleación del acero no contenga elementos que la hagan resistente a la corrosión, se debe proteger con una capa exterior de pintura o metal anticorrosivo. El espesor del material que se utilice no debe ser menor de cuatro mm (figura 3.5.).

La selección del tamaño y clase del poste a usar, esta determinada por la altura requerida por los conductores y por las cargas verticales, transversales y longitudinales que deberá soportar de acuerdo con los artículos 44 (altura mínima de conductores), 55 (cargas en los postes) y 56 (clase de construcción en líneas aéreas), del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.

La altura del poste depende de: el número de crucetas, la altura requerida de los conductores sobre el piso y del equipo que será instalado.

En tramos rectos de líneas aéreas de distribución, los postes soportan cargas debidas a la acción del viento (carga transversal), peso del herraje y del conductor (carga vertical), por lo que se consideran que existen solo esfuerzos de compresión.

En ángulos y remates, los postes soportan los tres tipos de carga descritos anteriormente, por lo que se considera que existen esfuerzos de compresión y flexión.

El poste mas comunmente usado es el de concreto, armado con varilla que se utiliza para soportar el peso de los conductores, el de herraje y la acción del viento.

En algunos casos soporta esfuerzos de flexión pequeños (remates de líneas de cables delgados), pero fundamentalmente trabajan como columna, o sea, solo con esfuerzo de compresión.

Se usa en tramos rectos de la ruta de una línea.

Un caso particular es el poste C-20 usado como retenida y que soporta una carga de ruptura 37% mayor que la del poste C-35, lleva un empotramiento de 1.80 m y un afirmado especial.

El poste de concreto es el mas económico, (figura 3.6.).

El poste de acero, debido a las características propias de este material es excelente para soportar esfuerzos de tensión y de flexión, por lo que se usa en ángulos y remates de líneas para soportar transformadores, reguladores y bancos de capacitores, así como para ganar altura en el cruce de vías férreas y de grandes avenidas.

El poste de madera tiene un uso muy limitado aplicándose en casos donde hay necesidad de pararlo a mano porque las condiciones del terreno impide el paso de vehículos.

Tiene un peso de menos del 50% del correspondiente al de concreto. El poste de madera nacional es escaso debido a las disposiciones de nues-

# POSTES DE MADERA

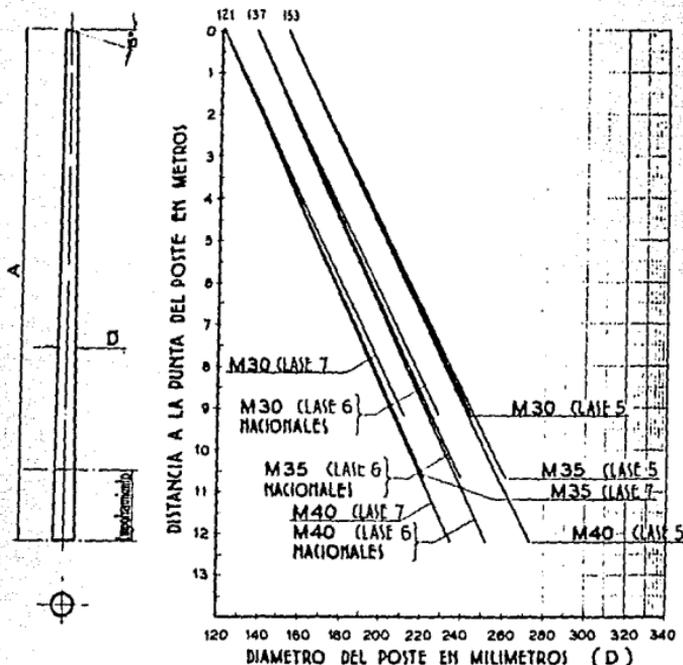


FIGURA 3.4

NOTA: La carga de ruptura se considera aplicada a 0.60 m de la punta con el poste empotrado 1.60 m.

| NOMBRE       | A<br>LONGI-<br>TUD<br>m.   | NORTEAMERICANOS |              |                            |         |     |           | NACIONALES  |                            |           | EMPO-<br>TRAMIENTE<br>TO<br>m. |
|--------------|----------------------------|-----------------|--------------|----------------------------|---------|-----|-----------|-------------|----------------------------|-----------|--------------------------------|
|              |                            | CLASE 5         |              |                            | CLASE 6 |     |           | PELO<br>Kg. | CARGA DE<br>RUPTURA<br>Kg. | Folio     |                                |
| DESEO<br>Kg. | CARGA DE<br>RUPTURA<br>Kg. | Folio           | DESEO<br>Kg. | CARGA DE<br>RUPTURA<br>Kg. | Folio   |     |           |             |                            |           |                                |
| POSTE M 30   | 9.14                       | 300             | 860          | LA-32-305                  | 250     | 680 | LA-32-306 | 300         | 600                        | LA-32-308 | 1.50                           |
| POSTE M 35   | 10.67                      | 400             | 860          | LA-32-355                  | 340     | 680 | LA-32-356 | 400         | 600                        | LA-32-358 | 1.60                           |
| POSTE M 40   | 12.19                      | 480             | 860          | LA-32-405                  | 420     | 660 | LA-32-406 | 500         | 600                        | LA-32-408 | 1.70                           |

UJO: Poste M 30 para líneas de B.T.; Poste M 35 para líneas de B.T., 3KV ó 6KV; Poste M 40 para líneas de 20 KV.

MATERIAL: Los postes importados son de pino del sur de Norteamérica y los postes nacionales son de cedro. Acabado: Creosotado. Especificación: Pino del sur de E.U.A., ASA 05.4-1941.

Clave del nombre: M = Madera; 30, 35, 40 = Longitud del poste en pies.

# POSTES A13 q A17

NORMAS C. y F.  
MATERIAL  
2.0152

Fig. 3

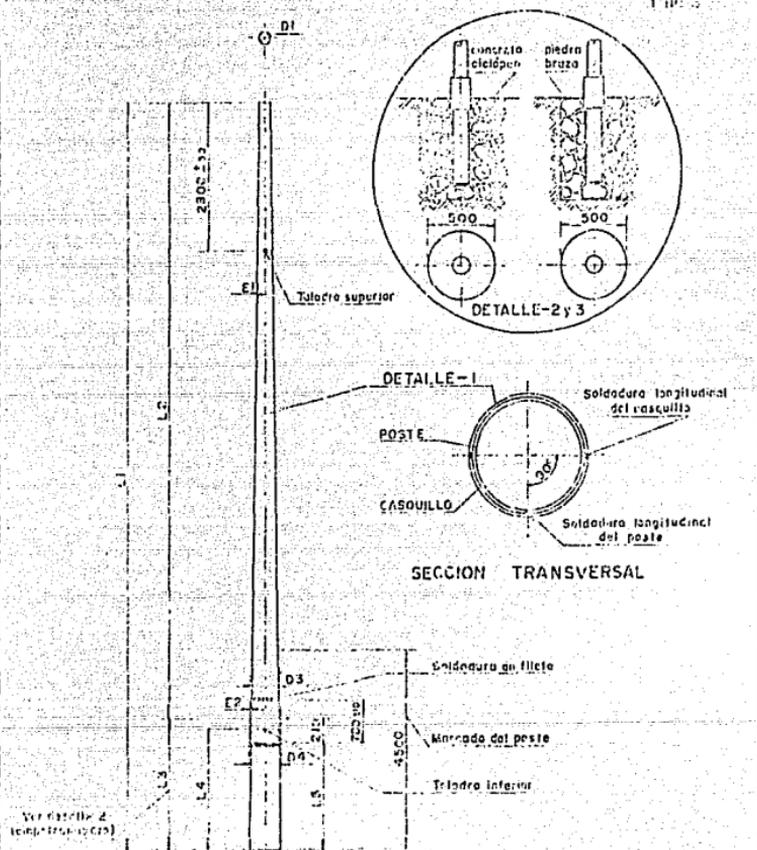


FIGURA 3.5



# POSTES A13 e A17

NORMA DE  
MATERIALES  
2.0132

| Código  | A13 (A 13) |                | A14 (A 14) |                | A15 (A 15) |                | A17 (A 17) |                |
|---|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
|   | Altura (m) | Diámetro (mm)  |
| A1  | 10.00      | ± 10           | 10.00      | ± 10           | 10.00      | ± 10           | 10.00      | ± 10           |
| A2  | 10.00      | -              | 10.00      | -              | 10.00      | -              | 10.00      | -              |
| A3  | 10.00      | -              | 10.00      | -              | 10.00      | -              | 10.00      | -              |
| A4  | 8.00       | ± 10           | 8.00       | ± 10           | 8.00       | ± 10           | 8.00       | ± 10           |
| A5  | 6.00       | ± 10           | 6.00       | ± 10           | 6.00       | ± 10           | 6.00       | ± 10           |
| B1  | 110        | ± 10           | 110        | ± 10           | 110        | ± 10           | 110        | ± 10           |
| B2  | 450        | + 10<br>- 10   |
| B3  | 200        | + 10<br>- 10   |
| B4  | 200        | + 10<br>- 10   |
| B5  | 200        | + 10<br>- 10   |
| C1  | 6.25       | + 0.5<br>- 0.5 |
| C2  | 6.25       | + 0.5<br>- 0.5 |
| Peso<br>aprox.  | 415 kg.    |                | 483 kg.    |                | 545 kg.    |                | 610 kg.    |                |
| Peso<br>Mínimo  | 400 kg.    |                | 460 kg.    |                | 525 kg.    |                | 590 kg.    |                |
| <b>Carga y Flecha máximas admisibles en la prueba de Flexión</b>  |            |                |            |                |            |                |            |                |
| Carga   | 750 kg.    |                | 900 kg.    |                | 1050 kg.   |                | 1200 kg.   |                |
| Flecha  | 500 mm.    |                | 600 mm.    |                | 700 mm.    |                | 800 mm.    |                |
| <p>* Para un sustrato en terreno blando (resol), la profundidad mínima a que deben instalarse los postes A, no debe ser menor de 1000 mm, y siempre al momento de ser construido prefabricadamente.</p> |            |                |            |                |            |                |            |                |
| <p><b>MATERIAL:</b> Plancha de acero A 36</p>   |            |                |            |                |            |                |            |                |
| <p><b>MARCA E IDENTIFICACIÓN:</b> Cada poste debe llevar marcado, el nombre propio la marca, fecha de fabricación (mes y año), número de identificación del cliente o initials LyF.</p>                 |            |                |            |                |            |                |            |                |
| <p><b>REFERENCIA:</b> Postes A 13 e A 17, Identificación LyF 1.0340</p>   |            |                |            |                |            |                |            |                |
| <p><b>REQUISITOS:</b> según especificación y 100% control de calidad LyF 1.0340, Muestra representativa de la producción y del material, en el laboratorio.</p>   |            |                |            |                |            |                |            |                |
| Rev. No.  | Rev.       |                |            |                |            |                |            |                |

# POSTES A13 y A17

NORMAS LYI  
MATERIAL  
2.0132

1 de 3

Este Postes de acero tipo A13 y A17 se fabrica en los siguientes tipos de acero de acuerdo a las especificaciones:

|                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| POSTE A 13<br>POSTE A 14 | Línea Primaria<br><br>Línea Secundaria<br>(con línea primaria en el soporte superior) | {<br>Deflexiones<br>Puentes<br>Refuerzos<br><br>Deflexiones<br>Derivaciones<br>Puentes |
|                          |   |  |
|                          | POSTE A 15<br>POSTE A 17  | Línea Primaria<br>con o sin línea secundaria   |

\*\* Solo para A 13

Equivalencia entre postes de acero

| A 13      | A 14      | A 15      | A 17      |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A13x25 TC | A14x33 TC | A15x37 TC | A17x23 TC |
| A13x10 TC | A14x13 TC | A15x13 TC | A17x10 TC |
| A13x8     | A14x8     | A15x12    | A17x12    |
| A13x8     | A14x10    |           |           |

CLAVE DEL ACERO: A = acero

13, 14, 15, 17 = Longitud nominal en metros

|     |    |     |     |     |     |     |     |     |   |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| Abc | cd | efg | hij | klm | nop | qrs | tuv | wxy | z |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|

# POSTES DE CONCRETO

NORMAS LYF  
MATERIAL  
2.0110

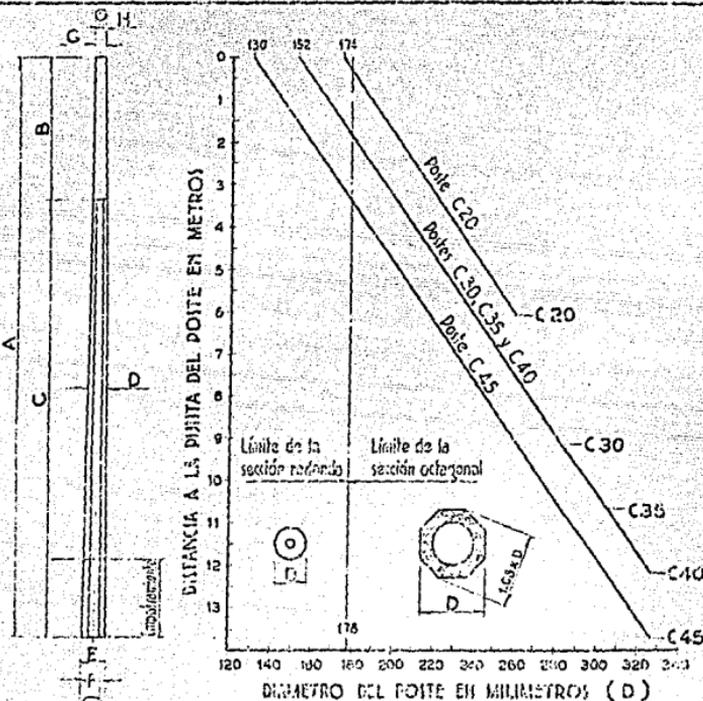


FIGURA 3.6

NOTA: La carga de ruptura se considera aplicada a 0.30 mts. de la punta.

| NOMBRE     | A<br>m | B<br>m | C<br>m | E<br>kg | F<br>m | G<br>m | H<br>m | PELO<br>No. | AREA DE<br>SECCION<br>cm <sup>2</sup> | LONGITUD<br>m | Folle    |
|------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------------|---------------------------------------|---------------|----------|
| POSTE C-20 | 6.00   | 0.300  | 0.300  | 0.20    | 0.150  | 0.175  | 0.015  | 425         | 1170                                  | 1.80          | LA-31-20 |
| POSTE C-30 | 9.10   | 0.300  | 0.300  | 0.30    | 0.150  | 0.175  | 0.020  | 775         | 256                                   | 1.50          | LA-31-30 |
| POSTE C-35 | 10.00  | 0.300  | 0.300  | 0.35    | 0.150  | 0.175  | 0.020  | 775         | 256                                   | 1.60          | LA-31-35 |
| POSTE C-40 | 12.00  | 0.300  | 0.300  | 0.40    | 0.150  | 0.175  | 0.020  | 775         | 256                                   | 1.70          | LA-31-40 |
| POSTE C-45 | 13.75  | 0.300  | 0.300  | 0.45    | 0.150  | 0.175  | 0.020  | 775         | 256                                   | 1.80          | LA-31-45 |

NOTA: Poste C-20 para tensiones de 20.00 kN/m<sup>2</sup>; Poste C-30 para tensiones de 30.00 kN/m<sup>2</sup>; Poste C-35 para tensiones de 35.00 kN/m<sup>2</sup>; Poste C-40 para tensiones de 40.00 kN/m<sup>2</sup>; Poste C-45 para tensiones de 45.00 kN/m<sup>2</sup>.

LONGITUD DEL POSTE EN METROS: A=Longitud del poste en metros; B=Longitud del poste en metros; C=Longitud del poste en metros; E=Peso del poste en kilogramos; F=Longitud del poste en metros; G=Longitud del poste en metros; H=Longitud del poste en metros; PELO=Numero de alambres; AREA DE SECCION=Area de la seccion en centimetros cuadrados; LONGITUD=Longitud del poste en metros.

tras leyes forestales y el importado tiene un precio incosteable. A este tipo de poste se le da un tratamiento preservativo que consiste en una capa de creo sota.

#### CRUCETA 44

Es otro de los accesorios que forman el soporte de la estructura de los alimentadores aéreos, se instalan en posición horizontal y su objeto es soportar los aisladores en forma rígida para dar las distancias requeridas a los conductores.

Se construyen de acero estructural de forma acumulada, tiene taladros en los patines o en el alma del canal, su uso es de acuerdo con las necesidades, ya sea para remate de la línea o para soportar aisladores tipo 6.

La figura 3.7. muestra este tipo de cruceta que tiene las siguientes características:

CONSTRUCCION: Fierro canal de 102 MM. (4")

PESO : 12 Kg

4 : Peralte en pulgadas

4 : Número de taladros.

Cuando llevan estas crucetas, aisladores T6, se fijan éstos a la cruceta, por medio de un tornillo de ojo, que además permite dar tensión al conductor.

# CRUCETA 44 V

NORMAS L.F.  
MATERIAL  
2.0091

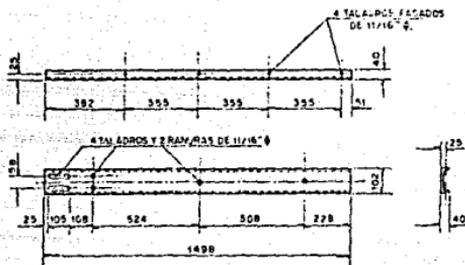


FIGURA 3.7

Esc. 1:20

Anotaciones en mm.

**MATERIAL :**

Hierro canal de 102 mm (4") de 8.04 kg/m

Peso aproximado 12.0 kg.

**ACABADO :**

Galvanizado en caliente después de maquinado

**EMPAQUE :**

En múltiplos de 3 Crucetas en atados de fleje o alambre con placa o tarjeta bajo el atado, marcadas al exterior con la cantidad, nombre de la cruceta, el del fabricante y fecha (mes y año).

**ACEPTACION :**

Conforme a esta Norma y a la Norma CONNIE 9.5-1 última revisión para el galvanizado, por el Laboratorio

**USO :**

Figura a Partes A o C con 1 Unido y 2 Abrazadores U según diámetro del poste, según 3 ó 4 líneas de U.F., A.P., Tel. 6 ó 8 KV de un mismo lado del poste.

**CLAVE DEL REPORTE :**

4 = Dimensión del canal en pulgadas

4 = Número de líneas que puede soportar

V = Volada

## RESTAURADOR

El Restaurador es un dispositivo habilitado electromagnéticamente para interrumpir en un intervalo de tiempo el flujo de sobrecorriente causado por una falla, así mismo tiene la capacidad de hacer recierres automáticamente y energizar nuevamente el circuito. Si la falla persiste, abre para posteriormente volver a cerrar, se repite esta secuencia un número específico de veces al final de las cuales deja fuera de servicio al alimentador.

La finalidad de los recierres, es probar la línea para detectar si la condición de falla ha desaparecido, además de discriminar las fallas de tipo temporal de las permanentes.

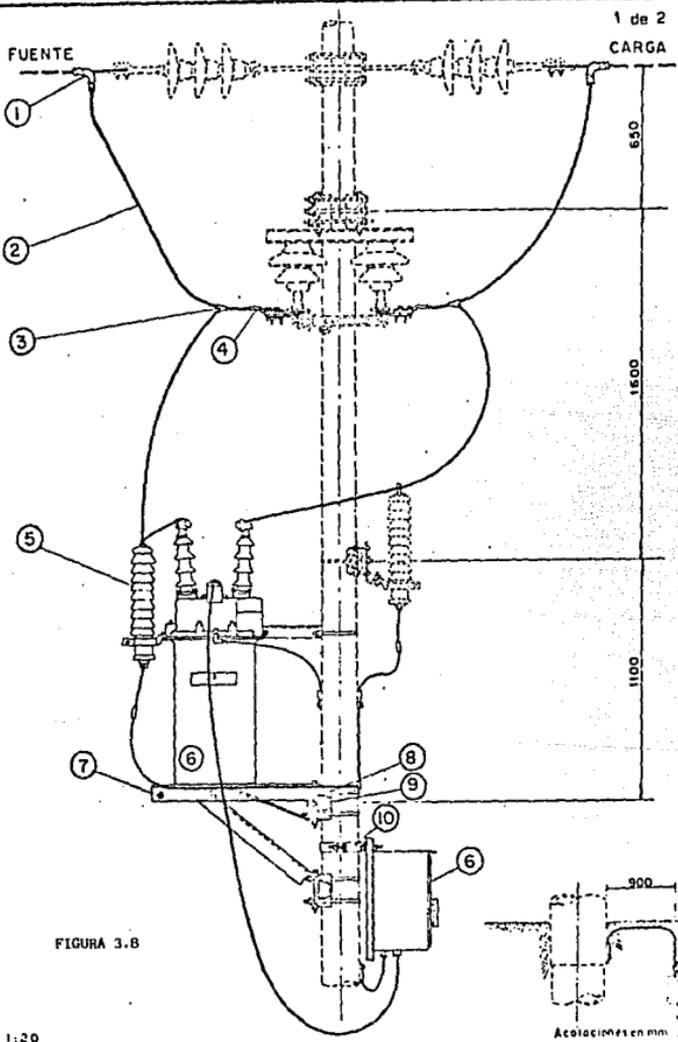
De acuerdo a las características físicas de los restauradores podemos distinguir tres específicas:

- 1.- MEDIO INTERRUPTIVO.- Se pueden encontrar en dos tipos ya sea los que utilizan aceite o aquellos que operan en vacío, estos últimos son de reciente aplicación.
- 2.- POR EL NUMERO DE FASES.- Hay disponibles en tres fases o una fase, el más usado es el primero debido a que el sistema de distribución aéreo en nuestro país es trifásico.
- 3.- POR EL TIPO DE CONTROL.- Los hay de tipo hidráulico y últimamente electrónico. Los de tipo electrónico cuentan con un transformador de corriente el cual envía la señal a un relevador electrónico para detectar las fallas, requiere además de una fuente de polarización para que el sistema opere adecuadamente.

La figura 3.8 muestra un restaurador automático usado en la C.L y F., debidamente normalizado.

# RESTAURADOR AUT. LA 23.560 FT

NORMAS L y F  
MONTAJE  
4.0301



LA

FIGURA 3.8

Esc. 1:20

Anotaciones en mm

# RESTAURADOR AUT. LA 23.560 FT

NORMAS L y F  
MONTAJE  
4.0301

2 de 2

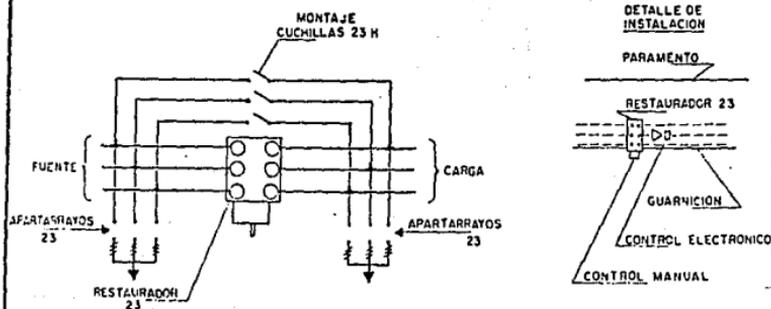
| N.º | NOMBRE                                | Norma L y F | Unidad | Cantidad |
|-----|---------------------------------------|-------------|--------|----------|
| 1   | SELECCION L                           | 2,0102      | Pza.   | 6        |
| 2   | ABE Cond 1/0                          | 2,0102      | y      | 24       |
| 3   | SELECCION CANAL T                     | 2,0102      | Pza.   | 6        |
| 4   | INDICATA : FD - 1                     | 2,0215      | Pza.   | 6        |
| 5   | APARTARRAYOS DV 23                    | 2,0419      | Udo.   | 1        |
| 6   | RESTAURADOR AUTOMATICO L.A. 23.560 TT | " " "       | Pza.   | 1        |
| 7   | Plataforma 2 (modificada)             | " " "       | Pza.   | 1        |
| 8   | AFRACADERA 5U o 6U                    | 2,0059      | Pza.   | 5        |
| 9   | CABO RG o 66                          | 2,0134      | Pza.   | ?        |
| 10  | AFRACADERA 5L                         | 2,0053      | Pza.   | 1        |
| 11  | TIERRA 1                              | 2,0165      | Pza.   | 1        |

### APLICACION:

Instalado en poste C40R ó A 13 y conectado a líneas de 23 KV, utilizando un montaje de cuchillas 25H y apartarrayos DV 23, aísla fallas por sobrecorriente en forma automática; efectuando recierres si la falla es transitoria y dejanlo fuera de servicio al alimentador, si la falla es permanente.

### CLAVE DEL MONERE:

- LA = Líneas Aéreas
- 23 = 23 KV Tensión entre fases
- 560 = 560 A. Corriente nominal
- FT = Accesorio para fallas de fase a tierra.



## FUSIBLES

Otro elemento que también juega un papel relevante dentro de los sistemas eléctricos es el fusible, cuya función es la de proteger a los circuitos y equipo eléctrico contra la sobrecorriente.

Cuando la corriente excede a un múltiplo de su valor nominal, el elemento fusible se funde para abrir (interrumpir), el circuito.

En cuanto a la selección del fusible se requiere conocer tanto - las características propias de éste, así como las condiciones de sobrecorriente esperadas en el circuito que se desea proteger.

Son dos las funciones que deberá desarrollar el dispositivo al - presentarse una condición anormal de operación.

- 1.- Aislar la porción del circuito en disturbio.
- 2.- Responder con la rapidez necesaria para evitar un posible daño a los equipos sin falla en el circuito afectado.

De la misma forma se debe considerar que:

- 1.- Bajo condiciones normales de operación, el dispositivo debe presentar continuidad tanto en corriente como en voltaje.
- 2.- El fusible debe proteger a los componentes del circuito a través del periodo en que se desarrolla la sobrecorriente, es decir, desde la sobrecarga - hasta el corto circuito.

3.- El fusible seleccionado deberá integrarse a las condiciones de diseño que presente la coordinación de protecciones, esto es, al formar parte de dos o más fusibles dispuestos en cascada (uno tras otro), y se presente una condición de sobrecorriente, únicamente debe actuar el fusible que se encuentre más cercano al punto de falla. El Ingeniero de Diseño debe encargarse de elegir el fusible que cumpla con lo anterior para lo cual debe valerse con las características o curvas de fusión, que representan el valor de corriente a través del fusible y el tiempo que tarda en operar.

La Compañía de Luz y Fuerza del Centro, en el Sistema de Distribución, utiliza los fusibles tipo "K" o rápidos (conforme a la clasificación - NEMA), estos fusibles tienen como datos de operación las curvas características de tiempo-corriente, las cuales describiremos a continuación:

1.- CARACTERÍSTICA TIEMPO.- Corriente de Fusión Mínima. Establece dentro de un rango de corriente, los diferentes tiempos que deben transcurrir (de acuerdo a la variación de la sobrecorriente) para que el estabón fusible se derrita.

2.- CARACTERÍSTICA TIEMPO.- Corriente de Interrupción Total. Muestra el intervalo de tiempo que debe transcurrir hasta la extinción total del arco eléctrico. De hecho esta curva señala el tiempo de fusión y el de arco en función de la magnitud de la corriente, en complemento a los parámetros de operación señalado se debe considerar:

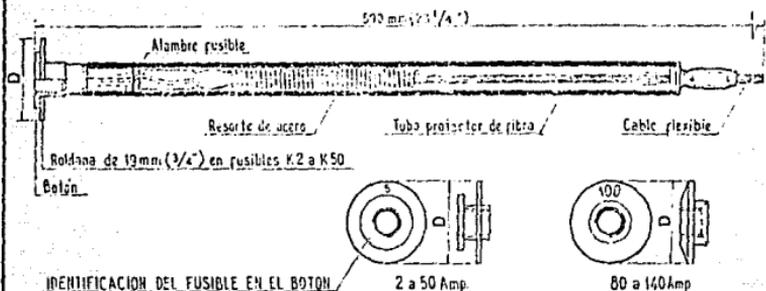
a) LA CAPACIDAD INTERRUPTIVA: que es el valor de corriente característico del fusible en cuestión, expresando en amperes eficaces; el fabricante lo especifica bajo pruebas definidas en Normas.

b) TENSIÓN NOMINAL: Es el valor máximo de tensión eficaz que el fusible abierto es capaz de soportar sin que exista el peligro de reencendidos debido a los probables arcos eléctricos entre los extremos de éste.

Este tipo de fusible utilizado en el Sistema de Distribución se muestra en la figura 3.9.

# FUSIBLES K

NORMAS Ly F  
MATERIAL  
2.0135



| NOMBRE       | Corriente Permanente Amp. | Corriente mínima de fusión |              |               | Ø    |       | Semejante al S.C.C Electric Co. #2 | PORTAFUSIBLE            | Folio     |
|--------------|---------------------------|----------------------------|--------------|---------------|------|-------|------------------------------------|-------------------------|-----------|
|              |                           | 5 min. Amp.                | 10 seg. Amp. | 0.1 seg. Amp. | en   | pulg. |                                    |                         |           |
| FUSIBLE K2   | 2                         | 4                          | 10           | 58            | 13   | 3/4   | 26002                              | 6135, 6110, 6112, 23140 | 11-38-2   |
| FUSIBLE K3   | 3                         | 6                          | 10           | 58            | 19   | 3/8   | 64003                              | " " " "                 | 11-39-2   |
| FUSIBLE K5   | 5                         | 10                         | 11           | 65            | 19   | 3/8   | 64205                              | " " " "                 | 11-38-5   |
| FUSIBLE K10  | 10                        | 19.5                       | 22.5         | 120           | 19   | 3/8   | 265010                             | " " " "                 | 11-38-10  |
| FUSIBLE K15  | 15                        | 31                         | 37           | 215           | 19   | 3/8   | 265015                             | " " " "                 | 11-38-15  |
| FUSIBLE K20  | 20                        | 39                         | 45           | 273           | 19   | 3/4   | 265020                             | " " " "                 | 11-38-20  |
| FUSIBLE K25  | 25                        | 50                         | 60           | 350           | 19   | 3/4   | 265025                             | " " " "                 | 11-38-25  |
| FUSIBLE K30  | 30                        | 63                         | 75.5         | 447           | 19   | 3/4   | 265030                             | " " " "                 | 11-38-30  |
| FUSIBLE K50  | 50                        | 99                         | 99           | 105           | 19   | 3/4   | 265050                             | " " " "                 | 11-38-50  |
| FUSIBLE K60  | 60                        | 101                        | 126          | 219           | 19   | 3/4   | 265060                             | " " " "                 | 11-38-60  |
| FUSIBLE K75  | 75                        | 123                        | 159          | 518           | 19   | 3/4   | 265075                             | " " " "                 | 11-38-75  |
| FUSIBLE K80  | 80                        | 160                        | 205          | 1150          | 19   | 3/4   | 265080                             | E 212 y 2316            | 11-38-80  |
| FUSIBLE K100 | 100                       | 200                        | 268          | 1520          | 19   | 3/4   | 265100                             | " "                     | 11-38-100 |
| FUSIBLE K140 | 140                       | 310                        | 420          | 2870          | 25.4 | 1     | 265140                             | 6212                    | 11-38-140 |

USO: Colocado dentro del tubo de los Portafusibles 6105, 6110, 6112, 6212 o 23110 protege transformadores y servicios de 6000 y 23000 volts cuando circulan corrientes mayores a las indicadas en la tabla y corrientes de corto circuito de 1000, 16 000 o 12 000 Amps, según Portafusible empleado.

### TRANSFORMADOR A BANCO DE TRANSFORMADORES

| 6 000 volts |           |      |           |     |           | 23 000 volts |           |        |           |         |           |
|-------------|-----------|------|-----------|-----|-----------|--------------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|
| kva         | Fusible K | kva  | Fusible K | kva | Fusible K | kva          | Fusible K | kva    | Fusible K | kva     | Fusible K |
| 5           | 2         | 27.5 | 10        | 200 | 50        | hasta 120    | 5         | 60-80  | 20        | 100-200 | 50        |
| 10          | 2         | 50   | 10        | 125 | 80        | 125-200      | 5         | 60-100 | 25        | 200-250 | 50        |
| 15          | 2         | 75   | 10        | 160 | 100       | 200-300      | 10        | 60-100 | 50        | 250-300 | 100       |
| 20          | 2         | 100  | 20        | 160 | 140       | 300-500      | 15        | 60-100 | 60        | 200-300 | 100       |
| 25          | 2         | 150  | 20        |     |           | 500-600      | 15        | 60-100 | 60        | 200-300 | 100       |
| 30          | 2         | 200  | 20        |     |           | 600-800      | 15        | 60-100 | 60        | 200-300 | 100       |

RECOMENDACIONES DE SELECCION DE FUSIBLES Referencias:  
 Fusible K2 a K50: Fusible K2 a K50  
 Fusible K60 a K140: Fusible K60 a K140

FIGURA 3.9

## SECCIONADORES

Son dispositivos que quedan comprendidos dentro de la clasificación de interruptores de baja capacidad, tiene similares características a las del restaurador, con la diferencia que los seccionadores no protegen al alimentador por fallas monofásicas a tierra.

Se instala hacia el lado de carga en dirección al restaurador o interruptor, contando el número de operaciones apertura-cierre de cualquiera de éstos.

La utilización del seccionador, entre otras, es para evitar que se afecte todo un alimentador al presentarse una falla, ya que al operar dejafuera de servicio el ramal defectuoso. También son empleados para hacer pruebas en el ramal dañado así como mantenimiento en esa sección.

La operación del seccionador depende de los ajustes que se le han hecho, así como de la magnitud de la corriente de falla.

**OPERACION:** Cuando una corriente de falla pasa a través de la bobina serie, el elemento magnético es atraído hacia el campo de la bobina, este elemento comprime el resorte de impulso localizado en la parte inferior. Esta situación no cambia mientras la falla persista.

El dispositivo de respaldo (restaurador o interruptor) es también excitado por la corriente de falla disparando sus contactos, de esta forma desenergiza el sistema que protege, en este punto el flujo de corriente debido a la falla se interrumpe, la bobina del seccionador se desenergiza y el elemento magnético es devuelto a su posición inicial por medio del resorte que comprime, al efectuarse el movimiento de retorno, el elemento arrastra el aceite admitido por una válvula "chek", comprimiendolo sobre la válvula de impulso, la cual admite el paso del aceite y transmite la fuerza al pistón de disparo del seccionador. Dicho pistón puede ser ajustado para que actúe sobre el mecanismo de disparo, después de una, dos o tres operaciones del dispositivo que lo respalda (interruptor o restaurador).

El mecanismo de disparo, está constituido por una palanca común a las tres fases, esta palanca es accionada por el pistón de disparo que a su vez acciona a los contactos móviles para abrir el circuito seccionador.

Cuando la falla es permanente, el seccionador abrirá sus contactos después de que haya sido agotado el número de operaciones preestablecidas, aislando la falla de los circuitos restantes, pero si la falla no es permanente y el seccionador no acumula el número de operaciones seleccionado para abrir a sus contactos, el mecanismo de conteo regresa a su posición inicial quedando en condiciones de iniciar otro ciclo de operaciones.

Una vez que el seccionador ha abierto los contactos definitivamente, para volverlos a cerrar, es necesario hacerlo manualmente moviendo la palanca de operación a su posición de cierre.

La figura 3.10. muestra este elemento.

#### CAPACITORES DE POTENCIA

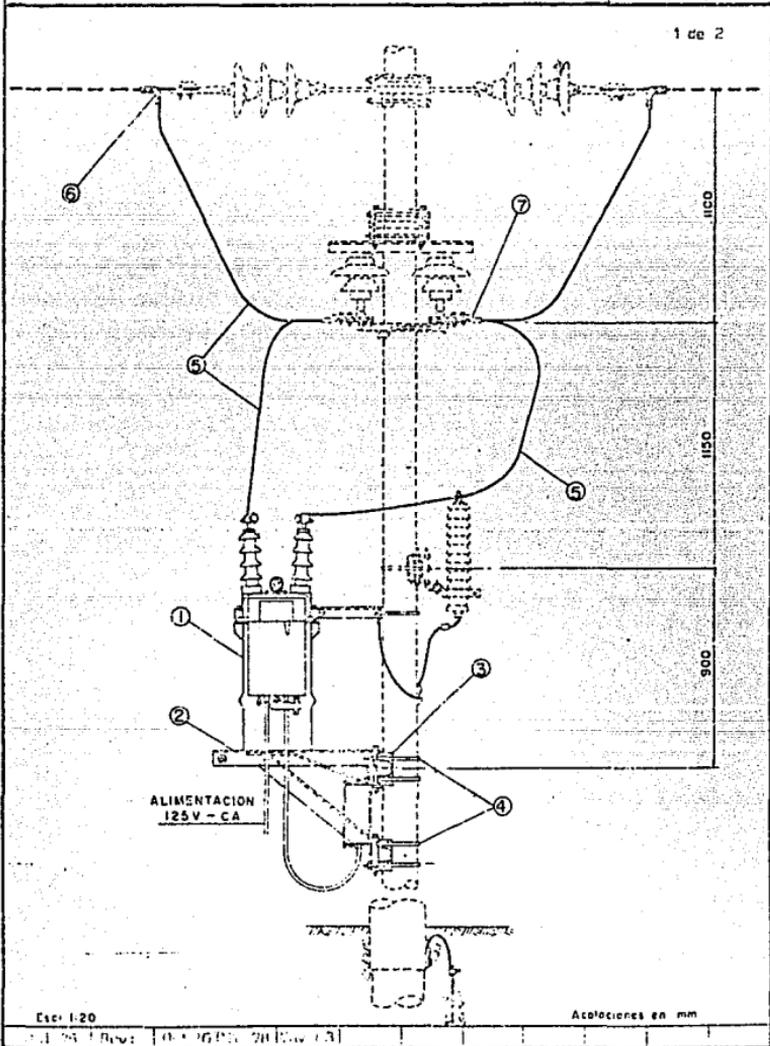
En instalaciones eléctricas, es posible corregir el factor de potencia de los transformadores mediante el uso de bancos de capacitores que se instalan comúnmente en el lado de baja tensión. En virtud de que el parámetro predominante en el transformador es la inductancia, y el parámetro predominante del capacitor es la capacitancia, y al conectarse en paralelo se pueden presentar fenómenos de resonancia, si éstos parámetros fueran iguales; para evitar este problema se debe procurar que la potencia reactiva del banco de capacitores no sea mayor de 10% de la potencia nominal del transformador en KVA, - con esto, además de evitar el efecto de resonancia se reduce las pérdidas del transformador cuando opera con poca carga o en vacío.

En la siguiente tabla se muestra la potencia reactiva necesaria en el banco de capacitores, para compensar el efecto de los transformadores. - La potencia reactiva se da en KVAR.

# SECCIONADOR AUTOMÁTICO LA 23.400 FT

NORMAS i. y F  
MONTAJE  
4.0203

1 de 2



Esc: 1:20

Acabaciones en mm

LA 23.400 FT (0 - 2600 - 20000 - 13)

# SECCIONADOR AUTOMATICO LA 23.400 FT

NORMA  
MONTAJE  
4.0203

2 de 2

| Ref | NOMBRE                              | Norma LyF | Unidad | Cantidad |
|-----|-------------------------------------|-----------|--------|----------|
| 1   | SECCIONADOR AUTOMATICO LA 23.400 FT |           | Pza    | 1        |
| 2   | PLATAFORMA 2 (MODIFICADA)           |           | Pza    | 1        |
| 3   | DADOS 55 o 65                       | 2.0134    | Pza    | 2        |
| 4   | ABRAZADERAS EU o EU                 | 2.0058    | Pza    | 5        |
| 5   | CABLE CUD 1/0                       | 2.0102    | M      | 15       |
| 6   | CONNECTOR L AL-CU (SEGUN CALIERE)   |           | Pza    | 6        |
| 7   | ZAPATA CU 1/0                       |           | Pza    | 12       |

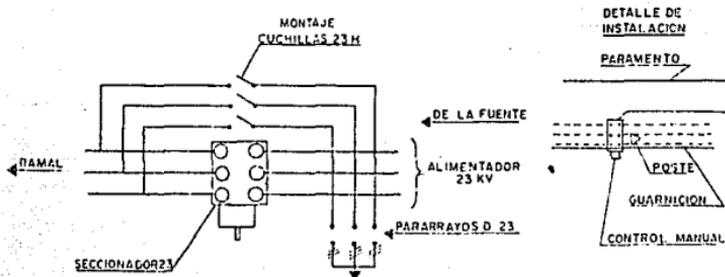
## APLICACION :

Instalado en poste A 13 x 26 TC y conectado a líneas de 23 KV, utilizando un montaje de cuchillas 23 H y pararrayos D 23, evita fallas dejando fuera de servicio el ramal que protege cuando la falla es permanente.

## CLAVE DEL NOMBRE :

- LA = Líneas Aéreas
- 23 = 23 KV. Tensión entre fases
- 400 = 400 A. Corriente nominal
- FT = Accesorio para fallas de fase a tierra

## DIAGRAMA DE CONEXION



| POTENCIA DEL<br>TRANSFORMADOR | VOLTAJE DE LA LINEA EN KV |       |       |
|-------------------------------|---------------------------|-------|-------|
|                               | 5-13                      | 15-23 | 25-34 |
| KVA                           |                           |       |       |
| 25                            | 2                         | 2.5   | 3     |
| 50                            | 3.5                       | 5     | 6     |
| 75                            | 5                         | 6     | 7     |
| 100                           | 6                         | 8     | 10    |
| 160                           | 10                        | 12.5  | 15    |
| 250                           | 15                        | 18    | 22    |
| 315                           | 18                        | 20    | 24    |
| 400                           | 20                        | 22.5  | 28    |
| 630                           | 28                        | 32.5  | 40    |

Como se puede observar en esta tabla se da una idea sobre el orden de magnitud de la potencia reactiva que debe instalarse en el banco de capacitores, en función de la potencia nominal del transformador y el voltaje de línea ..

Cuando se efectúe este tipo de instalación, el banco de capacitores debe conectarse a la red a través de fusibles.

Por lo que es necesario el uso de resistencia de descarga, ya que la apertura de un fusible evitará la descarga a través del transformador (figura 3.11).

CARACTERÍSTICAS 6

120V  
MONTAJE

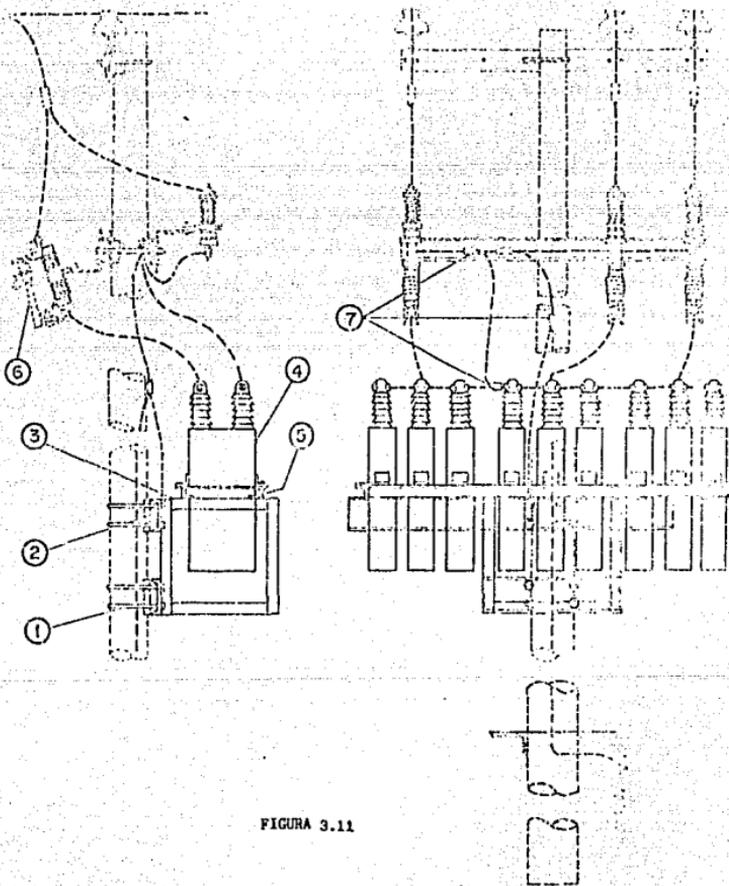


FIGURA 3.11

# CALCULOS

MONEDA  
4.000

2 de 2

| ITEM | DESCRIPCION                        | CANTIDAD | UNIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|------|------------------------------------|----------|--------|----------------|-------------|
| 1    | Interruptor 20 A                   | 1        | Unid   | 6              | 6           |
| 2    | Botón 20 A                         | 1        | Unid   | 2              | 2           |
| 3    | Cable 2x1.5 mm <sup>2</sup> x 20 m | 1        | Unid   | 1              | 1           |
| 4    | Cable 2x2.5 mm <sup>2</sup> x 20 m | 1        | Unid   | 6              | 6           |
| 5    | Cable 2x4 mm <sup>2</sup> x 20 m   | 1        | Unid   | 10             | 10          |
| 6    | Cable 2x6 mm <sup>2</sup> x 20 m   | 1        | Unid   | 5              | 5           |
| 7    | Cable 2x10 mm <sup>2</sup> x 20 m  | 1        | Unid   | 2              | 2           |
| 8    | Cable 2x16 mm <sup>2</sup> x 20 m  | 1        | Unid   | 5              | 5           |

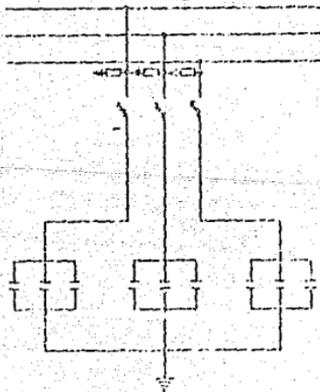
## NOTAS:

Instalar en poste C - 40 con un montaje tierra y conectado a la línea de 6 kv.  
Instalar un botón interruptor fusible 20, corrigir el factor de potencia en  
el interruptor de 6 kv.

## DIMENSIONES:

6 = 0,020 V.Mts.

## DIAGRAMA DE CONEXION



## TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION

El transformador es un Equipo Eléctrico estático que sirve para transferir la energía de un circuito de corriente alterna a otro, mediante un acoplamiento magnético. En estos transformadores intervienen una gran cantidad de piezas que es difícil de catalogar por modelos, puesto que su forma depende directamente de las necesidades específicas derivadas de los deseos del constructor, entre estos elementos varios podemos destacar los siguientes, dando una breve descripción de ellos.

**NUCLEO:** En la construcción de núcleos, se emplean en su mayoría láminas de acero al 4% de silicio; por las ventajas que presenta en lo referente a costo, facilidad de manipulación, pérdidas pequeñas por histéresis y por corriente circulante y gran permeabilidad o inducciones magnéticas relativamente altas.

**DEVANADOS:** Consisten en bobinas fabricadas sobre formas y cubiertas de cinta aislante y cosidas. En los Transformadores pequeños para baja tensión se emplea hilo redondo, pero en los Transformadores grandes, los conductores suelen ser barras rectangulares. Para reducir las pérdidas adicionales debidas a la distribución no uniforme en el interior de los conductores, los de tamaño grande suelen dividirse en varios hilos aislados entre sí "transpuestos adecuadamente".

**AISLAMIENTO:** Está formado por varios elementos que van colocados para dar una perfecta protección entre los diferentes componentes del núcleo y los devanados; así también entre las partes conductoras y el tanque. El aislamiento empleado para aislar los elementos del núcleo depende de la capacidad del Transformador. Los birtos o elementos que sujetan mecánicamente la laminación van aislados del núcleo por medio de tubos de micarta.

El aislamiento empleado para las bobinas depende del voltaje que deben soportar las mismas. Los aislamientos entre bobinas y de éstas al núcleo se colocan en forma de capas.

**BUSHING Y TERMINALES:** Las terminales de conexión de los transformadores, son generalmente zapatas terminales con conectores del tipo de placa y se empujan

como terminales de conexión para baja tensión menor de 600 volts. Esta terminal remata en una zapata que une al conector que va en la parte superior de la boquilla.

En las boquillas de Alta Tensión, el hueco contiene, además de la terminal de conexiones, una lámina muy fina enrollada en torno a la terminal, con esto se tiene un condensador, lo que da lugar a un campo magnético uníforme dentro de la boquilla, reduciendo con ello los esfuerzos por el mismo -- concepto. Existen boquillas que en su interior llevan almacenado un transformador de corriente de diseño especial que se utiliza para la protección.

**CAMBIADORES DE DERIVACIONES:** Se emplea para suprimir o aumentar el número de espiras o bobinas de un devanado, con lo que se obtiene un nivel mas o menos estable de la tensión requerida. Los derivados son por lo general colocados en el devanado de alta tensión, por ser este el devanado exterior, del mismo modo como el devanado de alto voltaje tiene un número de mayor vueltas, el derivador puede ajustar éstas para obtener una mejor regulación de voltaje.

**TANQUE:** Los transformadores que emplean como medio refrigerante los líquidos deben estar, necesariamente encerrados en tanques que eviten las pérdidas del refrigerante. Estos tanques se construyen de láminas o placas de acero soldadas y pueden tener forma circular, ovaladas o rectangulares. El tanque tiene suficiente espacio para permitir la dilatación o contracción térmica de aceite.

**ACCESORIOS:** Dentro de esta clasificación se encuentran los siguientes elementos:

**TAPA DE VISTA:** Esta tapa va colocada en la parte superior del transformador y se emplea para cambio de conexiones o revisión ocular de las condiciones de los elementos del circuito electro-magnético.

**VALVULA AUXILIAR:** Esta Válvula se emplea para obtener muestras de aceite para verificar sus propiedades dieléctricas. Esta válvula se encuentra en la parte inferior, pues en esta parte es donde se depositan los sedimentos, humedad, etc.

**CONSERVADOR DE ACEITE:** Es el dispositivo que va en la parte superior del tanque y sirve para proteger al transformador contra sobre-presiones. Cuando se pide el conservador también se solicita un dispositivo de secador de aire que evita el paso de la humedad.

**OREJA DE MANIOBRAS:** Estos dispositivos vienen soldados o vaciados en el cuerpo del tanque y se emplean para izar o transportar al transformador de un lugar a otro.

**BASES:** El tipo de éstas, dependen de la capacidad del transformador y están de acuerdo con la forma en que se desee desplazar. Así, tenemos base cuyo fondo descansa sobre una palanca, en viguetas, en ruedas fijas y móviles.

**BOMBA DE ACEITE:** Este dispositivo se utiliza para hacer circular el aceite o líquido refrigerante en el transformador.

**CAJA DE CONEXIONES (CAJA DE CONTROL):** Esta caja va colocada en uno de los costados del transformador y sirve para el control, sin tener en sí todos los elementos de control. En esta caja únicamente existen tablillas de conexiones en donde llegan las terminales de los elementos de control que se encuentran dentro o fuera del transformador.

Los transformadores de distribución utilizados en la Compañía de Luz, nos permiten formar los circuitos de baja tensión, que generalmente son de cuatro hilos, tres de fase y uno neutro, cada uno tiene su propio circuito que alimenta en forma independiente de acuerdo con su capacidad.

Los transformadores están conectados a las líneas de 23KV y 6KV por medio de fusibles, que los protegen evitando que las fallas se propaguen por el alimentador.

Estos fusibles se van soportados por los portafusibles que se abren automáticamente al fundirse el fusible con el paso de la corriente de falla.

Los transformadores más comunes instalados en los postes son de las siguientes características: Transformadores Trifásicos, para intemperie, tipo poste de 15, 30, 45, 75, 112.5, 150, 225 y 300 KVA., su relación de volta

je es de 23,000/220/127 y 6000/220/127, (esta última tiende a desaparecer), conexión Delta/Estrella, con neutro fuera del tanque, 60 HERTZ, 2% a 3% de impedancia a 75°C y 55°C de elevación máxima de temperatura con 125% de carga después de 2 horas.

La figura 3.12. muestra un tipo de los transformadores mencionados.

TRANSFORMADOR TRIFASICO  
TIPO POSTE 23 BT-75

NORMAS L y F  
MONTAJE  
4.0037

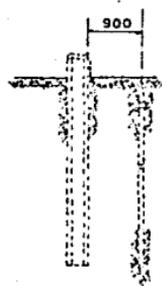
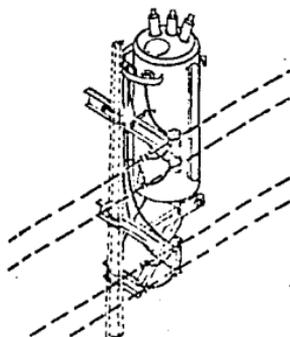
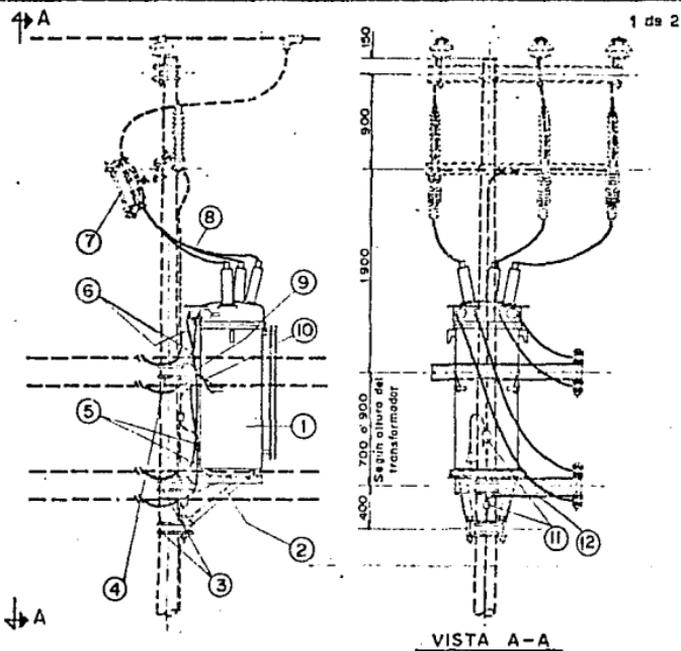


FIGURA 3.12

**TRANSFORMADOR TRIFASICO  
TIPO POSTE 23 BT-75**

NOMAL: L/F  
MONTAJE  
4.0037

2 de 2

| Pos | N O M B R E  | Norma L/F | Unidad | Cantidad |
|-----|--|-----------|--------|----------|
| 1   | TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23 BT-75 ó<br>TRANSFORMACION TRIFASICO TIPO POSTE 23x6 BT-75  | 2.0229    | Pza.   | 1        |
| 2   | PLATAFORMA 2A  | 2.0566    | Pza.   | 1        |
| 3   | ARMAZONERA 9 U   | 2.0053    | Pza.   | 4        |
| 4   | ARMAZONERA 0 U   | 2.0059    | Pza.   | 2        |
| 5   | CABLE CUIA TRANSFORMADORA 1/0 L  | 2.0570    | Pza.   | 2        |
| 6   | CABLE CUIA TRANSFORMADOR 1/0 C   | 2.0570    | Pza.   | 2        |
| 7   | FUSIBLE DE POTENCIA 23-3: (SVO-23) PARA 23 KV ó<br>FUSIBLE DE POTENCIA 23-6: (SVO-20) PARA 6 KV. | 2.0137    | Pza.   | 3        |
| 8   | ALAMBRE Cui 4  | 2.0075    | m      | 10       |
| 9   | TORNILLO OJO 16 X 51   | 2.0199    | Pza.   | 2        |
| 10  | CABLE ACERO GALVANIZADO 5/16   | 2.0050    | m      | 3        |
| 11  | CONECTOR CANAL C 2/0 - 2/0 Cu  | 2.0107    | Pza.   | 1        |
| 12  | CABLE Cui 1/0  | 2.0102    | m      | 3        |

**APLICACION:**

Instalado en Poste CR-13E con montajes; Poso 23, BI 1 ó BI 3, Tierra Poste C y Apartarrayos Cortacircuito Fusible 23; transforma la energía de redes primarias de 23 KV a 230 V entre fases y 127 V al neutro, para alimentar redes y servicios de baja tensión.

**CLAVE DEL NOMBRE:**

23 = 23,000 Volts.  
BI = Baja Tensión  
75 = 75 kVA (capacidad nominal del transformador).

## CUCHILLAS

Son dispositivos que sirven para conectar y desconectar diversas partes de un sistema eléctrico, interrumpen la continuidad de un circuito y se utilizan para efectuar maniobras de operación ó bien para dar mantenimiento a la línea.

Las cuchillas pueden abrir circuitos bajo la tensión nominal, pero nunca cuando esté fluyendo corriente a través de ellas. Antes de abrir un juego de cuchillas siempre deberá abrirse primero el interruptor correspondiente.

Las cuchillas están formadas por una base metálica de lámina galvanizada con un conector para puesta a tierra. Dos o tres columnas de aisladores que fijan el nivel básico de impulso y encima de estos la cuchilla, puede fabricarse de cobre o de aluminio según la contaminación predominante en la zona de instalación.

Consta fundamentalmente de dos partes:

Una parte móvil llamada navaja y una parte fija llamada mordaza, la cual recibe y presiona la parte móvil.

Estos elementos de la cuchilla van montados en aisladores que llevan conectores para recibir a los conductores.

Las cuchillas se clasifican de acuerdo con la posición que guarda la base y la forma que tiene el elemento móvil. Los tipos de cuchillas utilizados en las líneas aéreas de distribución son esencialmente de operación con bastón y de operación mecánica simultánea.

### CUCHILLAS DE OPERACION CON BASTON

Van montadas en crucetas doble 44 y 64 respectivamente, en algunos casos la disposición es vertical empleándose dos crucetas sencillas. Se instalan en juego de tres (figura 3.13.)

Ⓓ

# CUCHILLA 23401

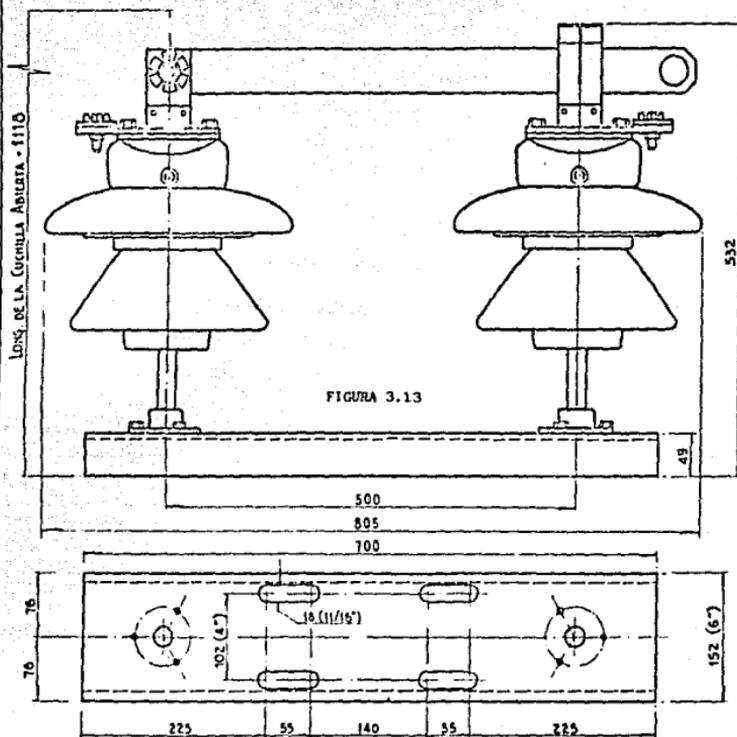


FIGURA 3.13

Etc 1:5

Acolaciones en mm.

USO: Montada en Crucetas 62 o 64 fijadas a poste, conectar y des -  
conectar líneas de 23 kv sin carga.

Folio  
LA - 34-20

**CARACTERÍSTICAS:**

- Cuchilla un polo, tiro sencillo, 23000 volts, 400 Amps. Hecha en México
- Flameo en seco 110 kv
- Flameo en húmedo 75 kv
- Similar a la cuchilla Electrocerámica Cat. P-2340

REFERENCIA: Plano DISTRIBUCION N-2

Clave del nombre:

- 23 (Primera y segunda cifra) = 23 kilovolts
- 4 (Tercera cifra) = 400 Amps.
- 01 (Cuarta y quinta cifra) = N° progresivo de identificación.

Para operar este tipo de cuchillas, es necesario para ejecutar la maniobra, estar a 1.80 M de distancia de las cuchillas, operando la navaja en un solo movimiento ya sea jalando o empujando.

#### CUCHILLAS DE OPERACION MECANICA SIMULTANEA

Van montadas en crucetas dobles especiales de fierro canal 6" y sólo en poste de fierro.

Estos juegos son equipados con herrajes para su instalación ya sea vertical u horizontal según sea el caso.

Para operar este tipo de cuchillas, primero se quita el candado y el seguro de la palanca de mando, usando los guantes de hule, se pone en posición de operar y una vez recibida la orden, la acción se realiza de un solo movimiento.

#### CUCHILLAS PARA SECCIONAR

Este otro tipo de cuchillas, el cual no esta equipado con accesorios para eliminar el arco que se forma al accionarlas, por tal motivo debe ser usada para separar o abrir circuitos con carga.

Se utiliza principalmente para separar una parte del circuito de otra y no está diseñada para ser abierta con corriente en la línea.

Las cuchillas que tienen dispositivos de arqueo, si pueden ser abiertas con carga, pero las cuchillas para seccionar nunca deben ser abiertas mientras el circuito no sea interrumpido en alguna parte.

#### CUCHILLAS DE AIRE

Está constituida en sus dos partes principales (navajas y contacto) por cuernos de arqueo, los cuales son piezas de metal entre los cuales se

forma el Arco que resulta de abrir un circuito que lleva corriente. Conforme se va abriendo la cuchilla estos dispositivos se van separando y el arco se va alargando hasta llegar a romperse.

Existen varios diseños para este tipo de cuchillas algunos se operan desde el piso, por medio de una pértiga (gancho sujeto a un bastón aislado), otras se operan a través de un sistema de estabones y tubos accionados por medio de una manivela en el pie del poste.

Algunas otras, están colocadas de tal forma que se abren hacia abajo y estas deberán tener un seguro que evitará que las navajas se abran por sí solas.

Desde el punto de vista de maniobras, las cuchillas pueden operarse en forma individual ó en grupo. La operación en forma individual se efectúa cuando la tensión de operación es menor de 20 KV, se abren o se cierran por medio de garrochas ó pértigas de madera bien seca y el operador debe utilizar guantes de hule.

## APARTARRAYOS

Cuando se presenta un disturbio debido a una descarga atmosférica, la sobretensión que se produce en el sistema se encuentra asociada a una considerable cantidad de energía que puede causar daños a las líneas, a los cables subterráneos ó a los equipos conectados al sistema.

Por lo tanto, es de vital importancia que la disipación de esta energía sea controlada lo más rápidamente posible, a través de los Apartarrayos.

El Pararrayos se comporta como un aislador durante las condiciones normales de operación del sistema, cuando una sobretensión lo hace funcionar, la resistencia no lineal limita la corriente alterna a un valor comparativamente bajo y permite a su vez el paso de la corriente transitoria elevada - producida por la descarga atmosférica, el dispositivo, así mismo debe ser capaz de prevenir el flujo continuo remanente de 60 HZ., después que ha cesado de fluir la corriente transitoria de la descarga.

Los valores nominales de los pararrayos se establecen por diseño de las pruebas a las que son sometidos y son la base para su selección y la coordinación de aislamiento del sistema que se desea proteger básicamente esto consiste en un balance entre la protección que los apartarrayos ofrecen a los cables y al equipo conectado, esto es a la característica de recierre del apartarrayos contra la tensión normal del sistema. Generalmente se considera que la mayor tensión a la que estará sujeto el pararrayos será la tensión a tierra que tenga una fase sana (sin falla) cuando el sistema sufra una falla monofásica de línea tierra que puede ser causada, por ejemplo por la misma descarga atmosférica que haga disparar el pararrayos de otra fase imprimiéndole a esto una tensión a tierra.

En la siguiente tabla se presenta de acuerdo a la tensión del sistema el valor mínimo nominal que debe tener los pararrayos, así como la sobretensión máxima esperada con una falla de fase-tierra en un sistema de línea aérea.

T A B L A

| <u>TENSION NOMINAL</u> | <u>TENSION NOMINAL</u> | <u>SOBRETENSION DE</u> |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| <u>SISTEMA</u>         | <u>PARARRAYOS</u>      | <u>LINEA-TIERRA</u>    |
| 4.16 y / 2.4           | 3                      | 3.0                    |
| 8.3 y / 4.8            | 6                      | 6.0                    |
| 12.0 y / 6.93          | 9                      | 8.6                    |
| 12.5 y / 7.2           | 9                      | 9.0                    |
| 13.2 y / 7.6           | 10                     | 9.5                    |
| 13.8 y / 7.97          | 10, 12                 | 10.0                   |
| 20.78 y / 12.0         | 18                     | 15.0                   |
| 20.85 y / 13.2         | 18                     | 16.5                   |
| 24.94 y / 14.4         | 18, 21                 | 18.0                   |
| 34.5 y / 19.9          | 27                     | 24.8                   |

La figura 3.14 muestra el apartarrayos.



## EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA EL TRABAJADOR

En lo que cabe a la seguridad personal, hablando en el caso específico de los trabajadores de líneas aéreas, contamos con una gran variedad de equipos para su protección, pero no podemos dejar de hablar de las herramientas como parte complementaria de ese equipo de seguridad, porque después de todo, el usar inadecuadamente la herramienta podría causar accidentes diversos,

Recordaremos en este párrafo que en la sección anterior se arribó el tema partiendo de la descripción del equipo más comúnmente usado en un sistema de distribución aéreo, en esta sección describiremos las herramientas y equipos de protección personal utilizados por los hombres que se encargan del mantenimiento e instalación de dicho sistema.

### CINTURON SC Y BANDOLA SC Y SN

La bandola se engancha en los anillos D del cinturón SC, con lo cual permite al liniero tener movimiento libres de las manos y un mejor accionar con las herramientas a trabajar. ( figura 3.15 )

El material del cual están hechos viene dado por el código de designación, esto es, para la designación "SC" indica que es de cuero de buena calidad sin carnaza ni grietas, impregnado en aceite. Respecto a la designación "SN" es a base de Fibra de Nylon.

El gancho y la hebilla deben ser de acero forjado con galvanizado en caliente de clase B de acuerdo a la Norma ASTM A153-53, pegándose a las recomendaciones hechas en ASTM A143-46 y en las pruebas de galvanizado indicadas en ASTM A153-53 clave del nombre:

S : Seguridad

C : Cuero

N : Nylon

En la figura 3.16. se puede observar la forma adecuada de utilizar tanto el cinturón como la bandola y la libertad de movimientos que se obtienen al usar estos elementos.

#### **HERRAMIENTA DE MANO**

En el párrafo anterior se habló acerca del cinturón SC ó cinturón de seguridad, ahora veremos que las herramientas de mano están alojadas precisamente en dicho cinturón, esto logra una gran versatilidad ya que el trabajador puede tener acceso a cualquiera de estas herramientas en el momento justo que lo requiera sin perder tiempo en buscarla en otro sitio.

A continuación haremos una breve reseña de las herramientas que se portan en el cinturón de seguridad, así como comentarios en cuanto a el uso de éstas.

- A) **LLAVE DE EMPALMAR:** Usadas para aprisionar uno ó varios conductores. Cuenta con diferentes tamaños de perforaciones estriadas.
- B) **LLAVE PERICO:** Para apretar o aflojar tuercas y tornillos, el ajuste se lo logra por medio de un tornillo sin fin, el cual se debe lubricar periódicamente.
- C) **PINZA DE ELECTRICISTA:** Para ajustar, torcer y cortar alambres.

\*No deben utilizarse para golpear o remachar.

#### **CASCO DE PROTECCION**

Uno de los elementos de igual importancia en cuanto a seguridad es el casco de protección, fabricado en polietileno rígido de alta densidad, debe aplicarse para proteger la cabeza de golpes y riesgos eléctricos. En CLF se designan tres colores para los cascos el Gris utilizado por los sobrestantes, Amarillo para personal que trabaja en poste y Blanco para personal que trabaja a nivel de piso terminado.

#### **ANTEOJOS DE SEGURIDAD**

Los cristales están fabricados a base de calobar verde sobre No.

6. cuentan con aletas de protección lateral. Se usan para proteger los ojos - contra el peligro del destello luminoso de un arco eléctrico, aristas, filos, etc.

#### ZAPATOS DE SEGURIDAD

Cuenta con casquillo de acero, no son aislantes y se usan para proteger los pies contra caída de materiales o herramientas.

Estos son algunos de los equipos y herramientas personales de uso común, existe una gran variedad pero sería redundante y excesivo el arribar cada una de ellas, por lo que se omiten las restantes.

Cabe mencionar que al diseñar las herramientas la seguridad, comodidad y bienestar del trabajador constituyen la parte más importante. La resistencia de las herramientas así como sus características de aislamiento son altamente rígidas, ya que la seguridad del trabajador depende casi totalmente de estos factores.

Constantemente se están revisando los equipos actuales a fin de mejorarlos y adaptarlos a las necesidades del trabajo; igualmente se están diseñando nuevas herramientas a medida que se van creando nuevos tipos de construcción de líneas.

#### GAFAS DE SEGURIDAD

Son inastillables y de alto impacto. Se utilizan para proteger los ojos en los trabajos de corte de piedra, concreto, etc.

#### GUANTES DIELECTRICOS

El material es hule natural. Se deben contemplar las siguientes recomendaciones para evitar daños por maltrato de los guantes.

Evitar el daño de los guantes por:

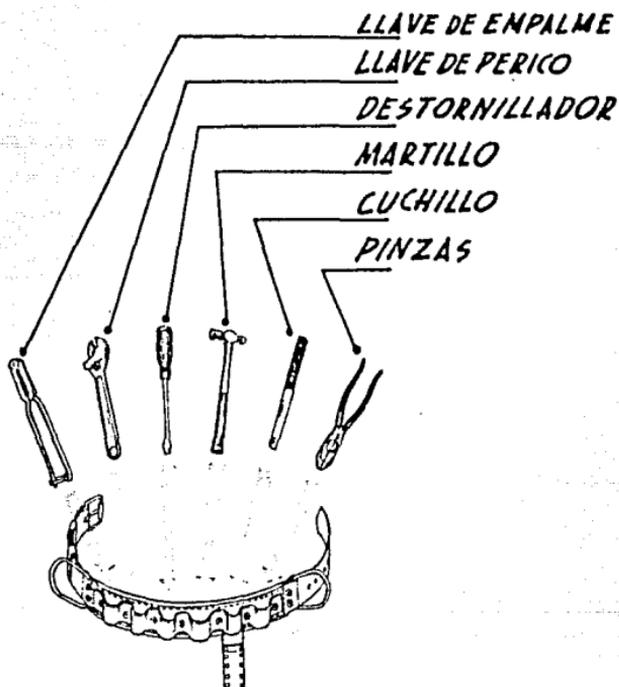
- 1.- Rasgaduras ocasionadas por clavo, alambre, madera, etc.
- 2.- Almacenaje prolongado, o al encontrarse cerca de algun tipo que emane Ozono.
- 3.- Aceites o Petr6leo
- 4.- Exposici6n prolongada del sol.
- 5.- Mantenerlos mucho tiempo dentro del guante protector de Oscaria.
- 6.- Guardarlos inadecuadamente (parte interna invertida).

Se deben de hacer inspecciones rutinarias antes de usar los guantes, buscando encontrar orificios o rasgaduras si esto ocurre desechar los - guantes.

#### **GUANTES**

Fabricados en carnaza para efectuar trabajos rudos o pesados y - en Oscaria para trabajos en los que se requiere sensibilidad en las manos. Deben usarse para proteger las manos contra astillas, superficies rugosas.

## HERRAMIENTA DE MANO QUE PORTAN EN EL CINTURON DE SEGURIDAD



- Características de cada herramienta y usos adecuados de cada una de ellas

**ADVERTENCIA:** Revise su equipo

# CINTURON SC

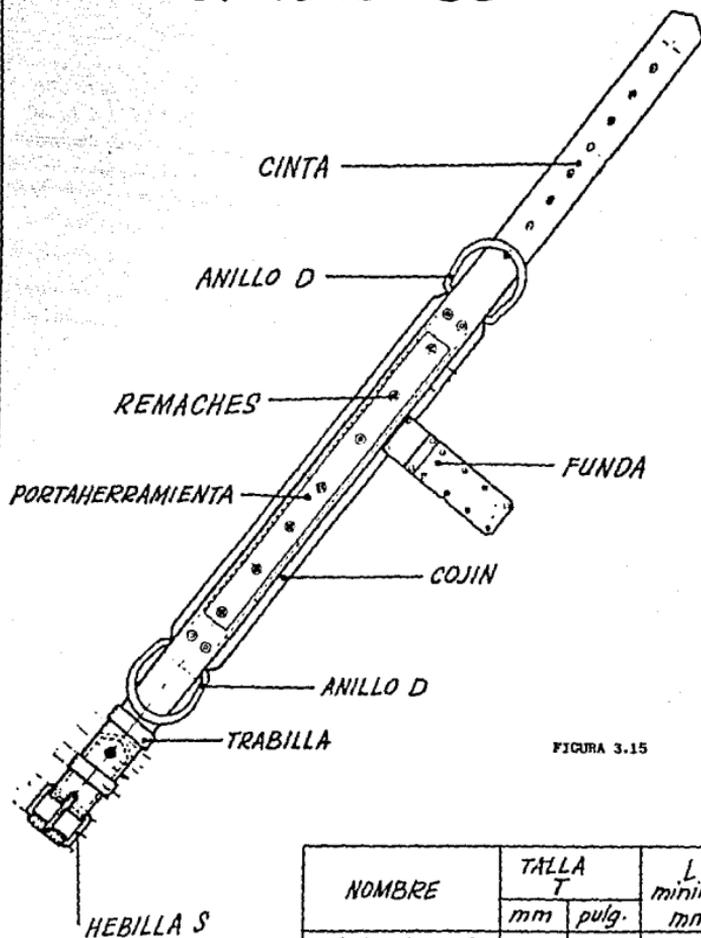


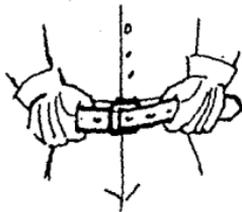
FIGURA 3.15

| NOMBRE        | TALLA<br>T |       | L.<br>minima<br>mm |
|---------------|------------|-------|--------------------|
|               | mm         | pulg. |                    |
| Cinturón SC40 | 1016       | 40    | 1216               |
| Cinturón SC44 | 1118       | 44    | 1318               |

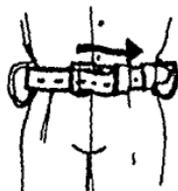
USO DE LA BANDOLA



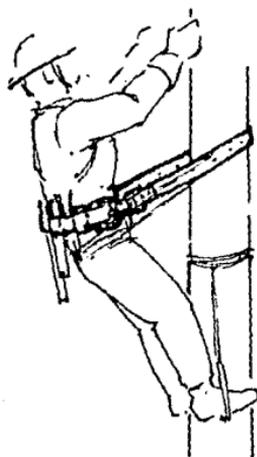
*Medición de la talla*



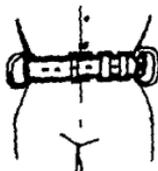
*Las bandolas son ajustables en su longitud, usando la hebilla S.*



*Pase el extremo del cinturón por los trabillos.*



*La bandola se usa para soportar el peso del cuerpo mientras se trabaja en postes, torres o plataformas.*



*El cinturón debe usarse comodamente ajustado*

FIGURA 3.16





#### C A P I T U L O   I V

NORMALIZACIÓN DE MANIOBRAS Y MONTAJES PARA LA OPERACIÓN,  
INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LINEAS AEREAS.

" Podrá ser más comodo no equivo  
carse nunca que errar muchas  
veces; pero sirven mejor a la  
humanidad Los hombres que,  
por acertar una vez, aceptan  
los inconvenientes de equivo  
carse mil ".

- José Ingenieros -

## NORMALIZACION DE MONTAJES Y MANIOBRAS

**DEFINICION DE MANIOBRA.**- Se define como la operaci3n que se ejecuta con las ma-  
nos.

Partiendo de lo anterior y relacionandolo con nuestro estudio, -  
la maniobra se puede definir como el conjunto de procedimientos que se siguen  
para la ejecuci3n de un trabajo, bajo ciertas Normas o Lineamientos que impli-  
can una previa selecci3n de los materiales, herramientas y equipos.

La realizaci3n de las maniobras bajo estos criterios, traer3 co-  
mo consecuencia tener instalaciones m3s seguras, as3 como una mejor calidad en  
las reparaciones efectuadas a las l3neas.

Para el establecimiento de los criterios utilizados en las manio-  
bras fue necesario auxiliarse de las siguientes normas NTIE, Norma Oficial Me-  
xicana, etc., de instructivos para l3neas a3reas elaborados por la Cia. de Luz,  
de Normas para Materiales (L V F), Normas para Montajes (L V F)etc., todas a -  
probadas por la Direcci3n General de Normas y asesoradas por el Consejo Consul-  
tivo de Normas T3cnicas para Instalaciones El3ctricas (CCONIE).

Uno de los objetivos principales de este capitulo, es evitar las  
improvisaciones que se tiene al momento de efectuar las diversas maniobras de  
mantenimiento a las redes a3reas.

Al ejecutar una maniobra normalizada se tiene las ventajas de -  
simplificar el uso de la herramienta, limitar el desperdicio de recursos mate-  
riales y humanos, seleccionar los equipos adecuados y principalmente la seguri-  
dad de las instalaciones y del personal.

En la Compa1a de Luz y Fuerza del Centro, diariamente se reali-  
zan diferentes tipos de maniobras de mantenimiento, esto debido a que, como ya  
se estableci3 en el capitulo I, en las l3neas a3reas de distribuci3n, las fa-  
llas no se pueden evitar, por lo que es necesario realizar continuamente Pro -  
gramas de Mantenimiento para reestablecer el servicio al p3blico y evitar p3r-  
didas a la misma Compa1a.

Las maniobras más comunes que se llevan a cabo en la Ciudad de México, D.F., son entre otras:

**REEMPLAZO DE POSTES:** Su causa principal se debe a los choques continuos de vehículos contra los mismos.

**CAMBIOS DE AISLADORES:** Por falla de aislamiento y también originados porque el público los utiliza como tiro al blanco, valiéndose para ello de armas de fuego y objetos contundentes tales como palos, piedras, etc. (vandalismo).

**CAMBIOS DE FUSIBLES, PORTAFUSIBLES Y APARTARRAYOS:** Se intensifican en épocas de lluvia, debidas a las sobretensiones originadas por las descargas atmosféricas sobre las líneas o subestaciones, ocasionando la operación de los sistemas de protección.

**TENSADO DE LINEAS:** Como consecuencia de la deflexión o caída de postes, algunas veces por malos empalmes.

**REEMPLAZO DE TRANSFORMADORES:** Se llevan a cabo principalmente cuando estos fallan, por rotura de bushines, explosión, etc., lo que provoca que se tengan de masiadas pérdidas.

**LAVADOS DE AISLADORES:** Esta maniobra es una de las más recientes instauradas en Esta Empresa y se utiliza un equipo especial, con Normas nuevas de trabajo, con esto se consigue evitar el flameo de aisladores.

El tratar de explicar cada una de las distintas maniobras que se llevan a cabo en la Compañía de Luz, sería demasiado extenso, por lo que en este capítulo, solo se considerarán las mas importantes; lo que es primordial es establecer dos formas de ejecutar los trabajos, que depende de las características de la carga del alimentador a reparar y de las condiciones climatológicas-existentes al realizar el servicio, éstas son:

**MANIOBRAS CON LINEA DESENERGIZADA [LINEA MUERTA]:** Se ejecutan con libramientos grandes de energía en zonas a veces conflictivas por su demanda, de preferen -

cia se ejecutan sábados, domingos o de noche; entre semana están limitadas por la zona que resulta afectada.

Cuando se realizan maniobras con líneas desenergizadas se procede en la siguiente forma:

-Si se trata de un alimentador aéreo del cual dependen muchos servicios, pero que es necesario darle mantenimiento preventivo ya sea para modificar la capacidad del alimentador, cambiar alguna de sus partes tales como aisladores dañados, cuchillas desgastadas, apartarayos dañados por haber operado o se tenga que tensar algún tramo de la línea, etc., antes de efectuar la maniobra, se les avisa en forma anticipada, por vía telefónica, a los servicios más importantes que tenga cargas sensibles (fábricas de vidrio, hospitales, fábricas de fundición de materiales, etc.), de la duración en la interrupción del servicio, indicándole la fecha y el horario del corte de la energía para que ellos tomen sus precauciones.

A los demás consumidores, se les informa por medio de avisos publicados en los principales medios de comunicación, con dos o tres días de anticipación al corte, la siguiente figura nos muestra un aviso de suspensión del servicio.



## COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A. (de titularidad)

Para efectuar trabajos de mantenimiento indispensables para proporcionar un servicio adecuado, serán suspendidos los servicios en los siguientes lugares.

### HOY JUEVES 9 DE NOVIEMBRE DE 1989

DE 8:00 A 12:00 HORAS

COLONIA BOSQUES DE LAS LOMAS — En Ahuehuetes Sur, Guadalupe, Tamalindes y Paseo de Laureles, más calles transversales.

EL VIERNES 10 DE NOVIEMBRE DE 1989

DE 8:00 A 12:00 HORAS  
COLONIA JARDINES DEL PEDREGAL — En zona comprendida entre Paseo del Pedregal, Agua, Avenida Cráter y Boulevard de la Luz.

ESTADO DE MEXICO

LATEPEC: COLONIA AMITIJACION XALCOTEC Y TABLAS DEL 1920.—En su totalidad.

TEXCOCO: SANTIAGO CUAUTLAHPAN, SAN VICENTE CHICOLAPAN, SAN MIGUEL COATLINCHAN, LOMAS SAN ESTEBAN, EL TENOCOTE, SAN BERNARDINO, PUEBLLO, MONTESILLO, TETILLA Y GENERAL MANUEL AVILA CAMACHO.—En su totalidad.

Cuajal y aclaraciones de lunes a viernes, de 8:00 a 18:00 hrs., en Miches Osampo No. 171 o al Tel. 566-20-66 al 69

Outjas por interrupciones, bajo c alto voltaje y servicios de emergencias (24 hrs. diarias, todos los días del año) en el Tel. 548-46-80 al 89

-Si se trata de un servicio particular que necesite realizar alguna reparación o modificación a sus instalaciones propias se tiene que solicitar una licencia para la liberación de la energía en la zona que corresponde al usuario. Para ello el consumidor hace la solicitud, por escrito con 3 días de anticipación a la liberación, indicando en ella el horario y la fecha en que desea el corte del suministro de energía.

**MANTOBRAS CON LINEA ENERGIZADA (LINEA VIVA):** Se llevan a cabo en aquellos casos en los que las características de la carga impiden la suspensión de servicio, obligando al personal a laborar con voltaje en la línea, para esto es necesario que las condiciones del tiempo sean óptimas, es decir, que exista buen clima, terreno seco y que no haya amenaza de lluvia, además es conveniente que el trabajo se haga en el transcurso del día.

**CUADRO ESQUEMATICO QUE INDICA LAS DOS FORMAS EN LA CUAL  
SE PUEDEN REALIZAR LAS MANIOBRAS**

| TIPO DE MANIOBRAS<br>(MANTENIMIENTO E INSTALACION) | TIPO DE MANIOBRA                         | LINEA         | LINEA      |
|--|--|---------------|------------|
|  |  | DESENERGIZADA | ENERGIZADA |
|  | * REEMPLAZO DE POSTES                    | X             | X          |
|  | * CAMBIO DE AISLADORES                   | X             | X          |
|  | * REEMPLAZO DE PUENTES                   | X             | X          |
|  | * CAMBIO DE CUCHILLAS                    | X             | X          |
|  | * CAMBIO DE FUSIBLES Y<br>PORTAFUSIBLES  | X             | X          |
|  | * CAMBIO DE APARTARRA-<br>YOS            | X             | X          |
|  | * TENDIDO DE LINEAS                      | X             | -          |
|  | * REEMPLAZO DE CONDUCTO-<br>RES (PIEZAS) | X             | -          |
|  | * TENSADO DE LINEAS                      | X             | X          |
|  | * REEMPLAZO DE TRANS-<br>FORMADORES      | X             | X          |
|  | * PUENTE Y CONEXIONES<br>DE LINEAS       | X             | X          |
|  | * LAVADO DE AISLADORES                   | X             | X          |



La instalación de postes para el soporte de líneas, transformadores, accesorios, etc., es una de las actividades más frecuentes, realizadas por el personal de Líneas Aéreas, que se pueden originar por 2 razones; la primera como resultado de futuros proyectos para el tendido de nuevas líneas, que implica primeramente la excavación de los hoyos para su instalación y en segundo lugar la reinstalación o el cambio de postes en lugares donde han ocurrido disturbios, fracturas o caídas de los mismos.

#### PROCEDIMIENTO DE TRABAJO PARA LA EXCAVACION DE HOYOS

**LA PLANEACION.**- Constituye el primer paso, por este medio se da la ubicación (según el plano) de la calle, avenida ó acera. Se verifican las condiciones del lugar donde se va a trabajar, cuidando de salvar obstáculos, entradas de vehículos, ventanas, coladeras, árboles que estorben, etc., en caso de existir un obstáculo en el punto señalado por el plano, se debe modificar la ubicación.

**EL TRAZADO.**- Una vez que se tiene perfectamente definidos la ubicación del hoyo y las condiciones del lugar, se procede al trazo.

En avenidas ó calles de banqueta ancha, se marca sobre la banqueta con gis ó crayón un círculo de 60 cms. de diámetro, cuyo centro estará a 45 cms. de la parte interna de la guarnición tal como se indica en la figura 4.1.

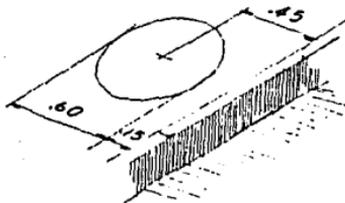


FIG. 4.1.

En las calles de banqueta angosta el centro del círculo estará a 30 cms. de la parte interna de la guarnición, es decir, quedará pegado a la guarnición figura 4.2.

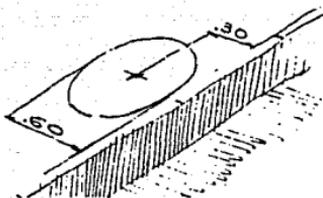


FIG. 4.2.

La profundidad del hoyo varía de acuerdo según la longitud del poste y principalmente de la consistencia del terreno.

**LA REALIZACION.**- Esta es la parte donde previo a los pasos anteriores se procede a ejecutar físicamente la maniobra, para ello es necesario proteger el área de trabajo colocando biombos de seguridad y banderas rojas, a su vez, hay que disponer de la herramienta dentro del área de trabajo.

En esta parte, se toma siempre en cuenta que a los 0.50 mts. y 1.50 mts. de profundidad, se pueden encontrar obstáculos tales como: tubos de agua ó drenaje, ductos de gas y ductos con cables de alta tensión.

Cuando esto sucede, es necesario cambiar la localización del poste.

Luego se procede a romper la banqueta con el marro, dentro del círculo marcado, usando anteojos de protección contra las piedras que saltan -

al golpe de éste, se recomienda para facilitar la labor dar un golpe al centro del círculo, uno a un tercio y otro en la orilla para no deformarlo conservando el mismo diámetro figura 4.3.



FIG. 4.3

Con la pala de punta se procede a sacar la tierra removida, alterándola con el marro para sacar el escombros figura 4.4.

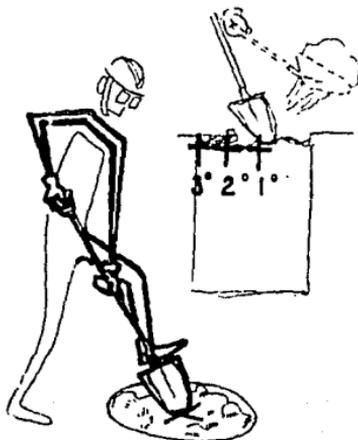


FIG. 4.4

Es conveniente colocar el escombro con la pala de punta a un metro de distancia del hoyo en un solo sitio y alineado con el mismo respecto a la banqueta.

En el caso de que el terreno sea tepetate el modo de ejecución es alternado por capas, según se indica en la figura 4.5.

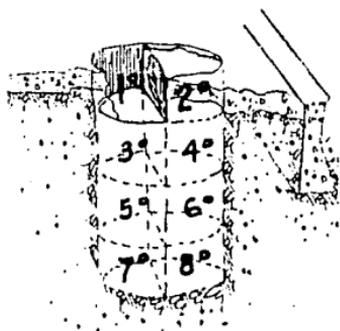


FIG. 4.5

Procediéndose de igual forma en todos los pasos mencionados, fijándose de conservar el mismo diámetro.

Si es necesario usar la barreta (por la dureza del terreno), esta se debe de sujetar a la altura del pecho, balanceando los brazos con fuerza para aflojar el concreto y la tierra figura 4.6.



FIG. 4.6

El uso de la pala de cuchara se requiere cuando ya se tiene 30 - cms. de profundidad, después de haber aflojado la tierra con la barreta, balanceando la pala hacia adelante para meterla en el hoyo y regresandola, apoyando se en la orilla del hoyo con el cuerpo erguido se levanta la pala de la cuchara para sacar la tierra, tal como se indica en la figura 4.7.

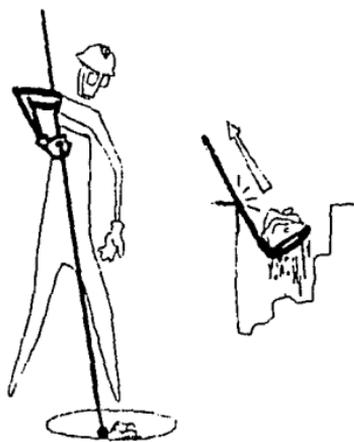


FIG. 4.7

Existe otra forma de realizar un hoyo con las ventajas de tener mayor rapidez y facilidad. Esta se ejecuta por medio del camión broca, y se procede al igual que los métodos manuales, protegiendo el área de trabajo, luego se rompe la banqueta con el marro dentro del círculo marcado para que en seguida el camión broca haga la perforación, auxiliándose con el personal para retirar la tierra removida y adherida a la broca, figura 4.8.

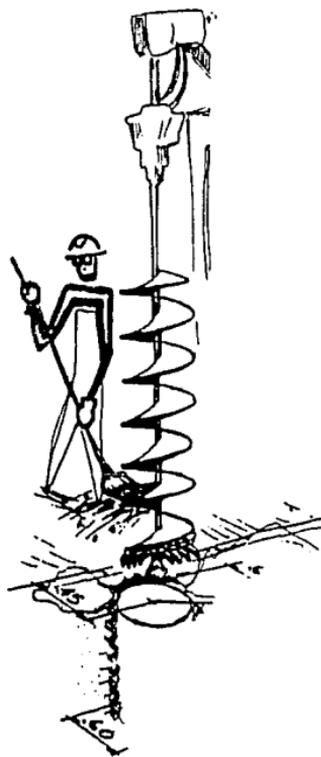


FIG. 4.8

Si el poste no va a pararse inmediatamente, se cubre el hoyo utilizándolo una cruceta o una tabla y piedra braza.

Por Norma que establece la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, se debe dar al hoyo, la profundidad requerida de acuerdo a la siguiente tabla:

| TIPO DE POSTE | PROFUNDIDAD DEL HOYO<br>(EN MTS.) |
|---------------|-----------------------------------|
| POSTE C-20    | 1.80                              |
| POSTE C-35    | 1.60                              |
| POSTE C-40    | 1.70                              |
| POSTE C-45    | 1.80                              |
| POSTE A-38    | 1.80                              |
| POSTE A-45    | 2.20                              |

NOTA: Actualmente las especificaciones de las claves para denominar a los postes, se modificaron en la forma siguiente.

| TIPO DE POSTE    | PROFUNDIDAD DEL HOYO<br>(EN MTS.) |
|------------------|-----------------------------------|
| POSTE CR-7       | 1.80                              |
| POSTE CR-9       | 1.60                              |
| POSTE CR-12      | 1.70                              |
| POSTE CR-14      | 1.80                              |
| POSTE A-13x26 TC | 1.80                              |
| POSTE A-14x33 TC | 2.20                              |

Forma de interpretarlo

CLAVE DEL NOMBRE: CR= Concreto Reforzado  
7= Longitud del Poste (en metros).

## INSTALADO Y PARADO DE POSTES

La maniobra descrita anteriormente nos dió el antecedente para proceder a la instalación de los postes.

En el capítulo III, se dieron los pormenores y características de este elemento esencial en las redes de distribución aérea, por consiguiente hablaremos concretamente sobre la instalación de un caso particular. Supongamos que se va a instalar un poste C-45 (para soporte de líneas de 23 KV) para ello es necesario seleccionar el adecuado.

### INSTALACION DE UN POSTE C-45

#### CARACTERISTICAS GENERALES:

El poste de concreto denominado C-45, se utiliza para soportar líneas de 23 KV, el número indica la longitud del poste en pies (45' = 13.7m), está constituido por concreto de proporción 1:2 1/2:2 1/2, armado con varilla de fierro 13 mm y espiral de alambre No. 11 y 14 B.W.G.

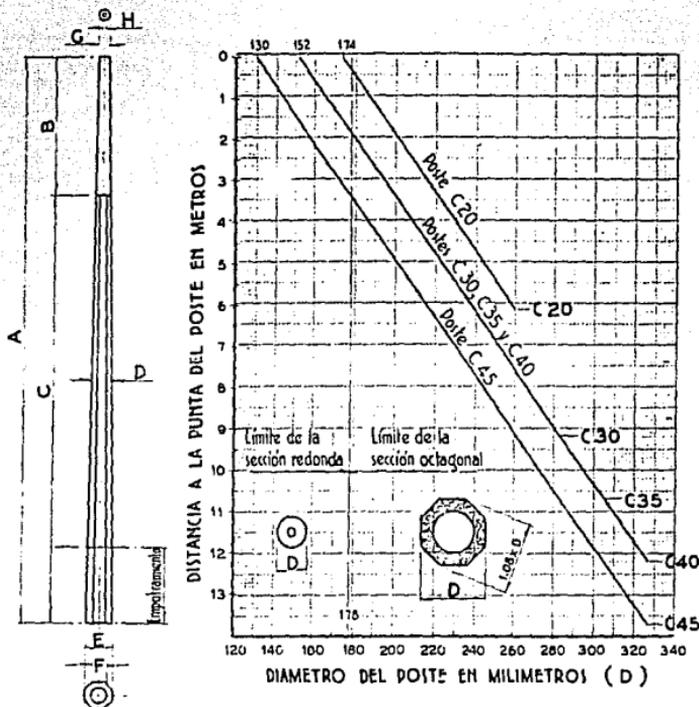
El poste tiene una altura de 13.716 m., diámetro exterior de 0.327 m, se debe empotrar a una profundidad de 1.80 m, debe tener una carga de ruptura de 700 kg. Existen otros 3 tipos de postes de concreto que básicamente varían en sus dimensiones, diámetro y empotramientos, por el uso que se les va a asignar, así por ejemplo se tiene los siguientes:

POSTE C-20.- Utilizado para retenida; de 20' (6.10 m.) de longitud.

POSTE C-30.- Utilizado para soporte de líneas de baja tensión; de 30' (9.14 m.) de longitud.

POSTE C-35.- Utilizado para soporte de líneas de baja tensión (6 KV); de longitud 35' (10.6 m.).

# POSTES DE CONCRETO



NOTA: La carga de ruptura se considera aplicada a 0.30 mts. de la punta.

| NOMBRE     | A<br>m | B<br>m | C<br>m | E<br>m | F<br>m | G<br>m | H<br>m | DESO<br>Kg. | AREA DE RUP-<br>TURA<br>Kg. | AREA DE MIER-<br>TO<br>m | Folio    |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|-----------------------------|--------------------------|----------|
| POSTE C 20 | 6.096  | 0.306  | 5.791  | 0.260  | 0.150  | 0.174  | 0.065  | 475         | 1100                        | 1.80                     | LA-31-20 |
| POSTE C 30 | 9.144  | 1.829  | 7.315  | 0.283  | 0.164  | 0.152  | 0.044  | 725         | 550                         | 1.50                     | LA-31-30 |
| POSTE C 35 | 10.668 | 1.829  | 8.839  | 0.305  | 0.184  | 0.152  | 0.044  | 850         | 800                         | 1.60                     | LA-31-35 |
| POSTE C 40 | 12.192 | 1.829  | 10.363 | 0.327  | 0.204  | 0.152  | 0.044  | 1100        | 750                         | 1.70                     | LA-31-40 |
| POSTE C 45 | 13.716 | 3.353  | 10.363 | 0.327  | 0.204  | 0.130  | 0.024  | 1150        | 700                         | 1.80                     | LA-31-45 |

USO: Poste C20 para retenida; Poste C30 para líneas de B.T.; Poste C35 para líneas de B.T., 6KV; Postes C40 y C45 en líneas de 20 o más KV. **23KV**

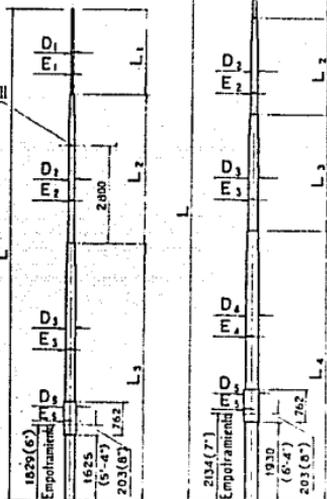
MATERIAL: Concreto de proporción 1:2 1/2: 2 1/2, armado con varilla fierro 13mm. y espiral de alambre N° 11 y 14 B.W.G.

Clave del nombre: C=Concreto; 20,30,35,40,45,=Longitud del poste en pies.

# POSTES DE ACERO A 38 x 6, A 38 x 7 y A 45 x 8

1: La construcción de estos postes ya no es normal  
Se conservan sus datos solo como referencia de  
aquellos postes aún en servicio  
Ver Norma 2.7680.28

Ver nota II



Poste  
A38x6 y A38x7

Poste  
A45x8

II-Tuerca de 3/4" soldada al poste frente a taladro 3/4".  
Tornillo M4q. 3/8 x 1 1/2 con 2 Roldanas 3/8 galv en caliente  
ACOTACIONES en mm

| RENDA   | NOMBRÉ      |       |             |       |             |       |
|---|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|   | Poste A38x6 |       | Poste A38x7 |       | Poste A45x8 |       |
|   | mm          | pulg  | mm          | pulg  | mm          | pulg  |
| D1  | 114         | 4.500 | 141         | 5.563 | 141         | 5.563 |
| D2  | 141         | 5.563 | 168         | 6.625 | 168         | 6.625 |
| D3  | 168         | 6.625 | 194         | 7.625 | 194         | 7.625 |
| D4  | -           | -     | -           | -     | 219         | 8.625 |
| D5  | 184         | 7.250 | 210         | 8.268 | 235         | 9.270 |
| E1  | 6.0         | 0.237 | 6.55        | 0.258 | 7.1         | 0.278 |
| E2  | 6.5         | 0.258 | 7.11        | 0.280 | 7.11        | 0.280 |
| E3  | 10.0        | 0.432 | 12.7        | 0.500 | 7.6         | 0.301 |
| E4  | -           | -     | -           | -     | 12.7        | 0.500 |
| E5  | 7.9         | 0.313 | 7.9         | 0.313 | 7.9         | 0.313 |
| L1  | 1981        | 6'6"  | 1981        | 6'6"  | 2286        | 7'6"  |
| L2  | 3506        | 11'6" | 3506        | 11'6" | 2286        | 7'6"  |
| L3  | 6096        | 20'   | 6096        | 20'   | 2743        | 9'    |
| L4  | -           | -     | -           | -     | 6401        | 21'   |
| L5  | 11582       | 38'   | 11582       | 38'   | 13716       | 42'   |
| Peso  | 412 kg      |       | 516 kg      |       | 560 kg      |       |
| CARGA DE LA PRUEBA DE FLEXION   |             |       |             |       |             |       |
| Carga   | 340 kg      |       | 525 kg      |       | 850 kg      |       |
| Empotrado el poste con los valores indicados en la figura se aplica una carga normal al poste a 450 mm de la punta que deberá ser igual o mayor a la arriba indicado, hasta lograr una deformación permanente de 13 mm. |             |       |             |       |             |       |
| USO: En ángulos y repases sin retenes, la tensión de la línea no debe ser mayor que la carga de la prueba de flexión.   |             |       |             |       |             |       |
| Con plataformas 1, 2 ó 3 soportar un Transformador poste o un Transformador corriente con tanto poste del peso máximo siguiente:  |             |       |             |       |             |       |
| Peso máximo   | 1300 kg     |       | 2000 kg     |       | -           |       |
| Coefficiente seguridad  | 2.5         |       | 2.5         |       | -           |       |
| Transformador poste   | 10a75 kva   |       | 100 kva     |       | -           |       |
| Transformador corriente   | -           |       | 25 a 60 kw  |       | -           |       |

**Material:** Acero de las siguientes características:

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Resistencia mínima a la tensión                          | 3600 kg/cm <sup>2</sup>     |
| Límite elástico mínimo                                   | 2100 kg/cm <sup>2</sup>     |
| Elongación mínima en 200 mm                              | 18 %                        |
| Reducción mínima de área después de la prueba de tensión | 50 %                        |
| Módulo de elasticidad                                    | 1,760000 kg/cm <sup>2</sup> |

**Acabado:** Pintado exterior e interiormente con dos manos de plomo grafitado y después exteriormente con 2 manos de esmalte gris oscuro.

**Referencia:** Especificaciones LFC 1.4580.12

**Clave del nombre:**

A = Acero  
38, 45 = Longitud en pies

6, 7 y 8 = Diámetro nominal del trazo interior del poste.

## PARADO DEL POSTE

Después de haber seleccionado el poste que se va a utilizar, es necesario contar con las herramientas, equipo y material.

**HERRAMIENTA.**- Barreta, marro y pizón

**EQUIPO.**- Gaveta con pluma fija o pluma giratoria (mecánica)

Pluma hidráulica

Biombos de seguridad

**MATERIAL.**- Gaza de cable de acero, estobos, dos vientos.

## PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Es muy importante recordar que para la ejecución de esta maniobra, hay que proteger el área de trabajo, en este caso, si es necesario, hay que cerrar la calle por que los equipos con los que se maniobra (grúas, plumas etc.) ocupan un espacio mayor, se procede a levantar ligeramente el poste con una barreta (se alza) para colocarle la gaza de acero, la cual debe quedar trabada y ligeramente arriba del centro de gravedad del poste como se indica en la figura 4.9.

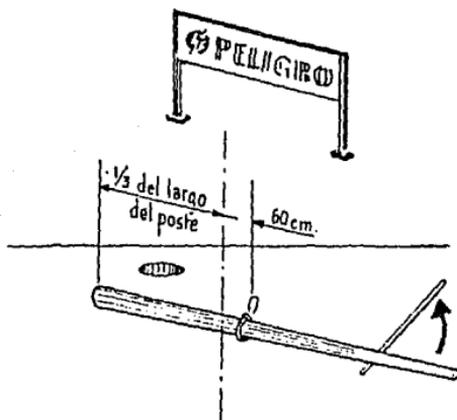


FIG. 4.9

Una vez colocado el vehículo cerca del hoyo, donde se instalará el poste, se mete el gancho en la gaza, de tal forma que la punta del gancho - quede en dirección a la punta del poste figura 4.10.

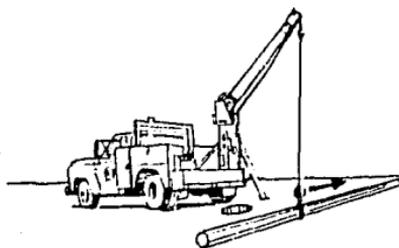


FIG. 4.10. Colocación del gancho en la gaza amarrada al poste.

Con el malacate se levanta el poste un metro aproximadamente para que le sean colocados dos vientos cerca de la punta, cuidando de que no haya personal abajo del poste figura 4.11.

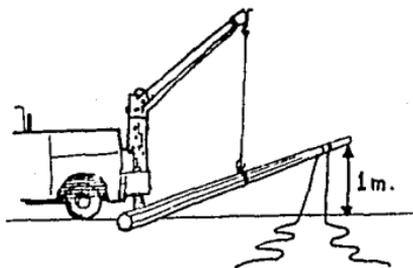


FIG. 4.11. Levantamiento del poste para la colocación de los vientos.

El sobrestante, le indica al operador que suba el poste vigilando el control del movimiento del mismo, hasta que la base despegue del suelo y quede en posición vertical figura 4.12.

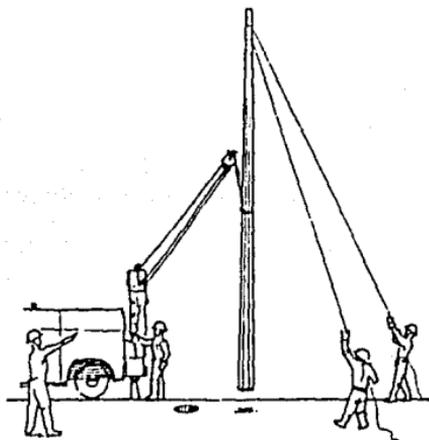


FIG. 4.12. Para levantar totalmente el poste es necesario auxiliarse de la grúa y del personal para su orientación.

Enseguida dos trabajadores guían la base del poste hacia el hoyo y a la indicación del sobrestante, el operador del camión baja el poste para lograr su empotramiento figura 4.13.

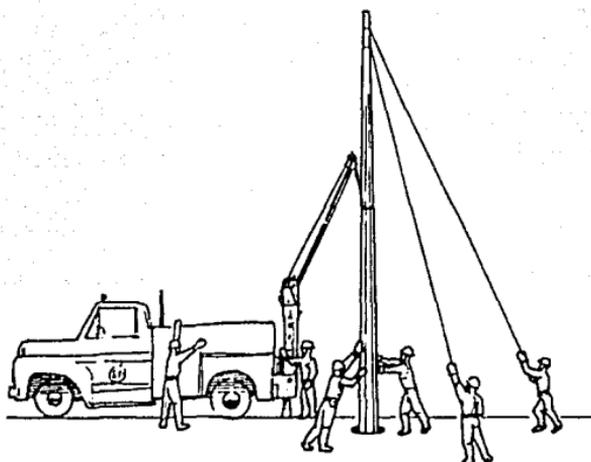


FIG. 4.13. Instalación final del poste.

El siguiente paso consiste en la nivelación del poste, para ello se le da cara al poste, poniendo una de sus caras paralela a la línea (o a la guarnición y se centra en el hoyo), luego se pone a plomo, observándolo desde dos puntos situados a  $90^\circ$  entre sí, teniendo el poste como vértice, controlando su vertical con los vientos figura 4.14. a y b

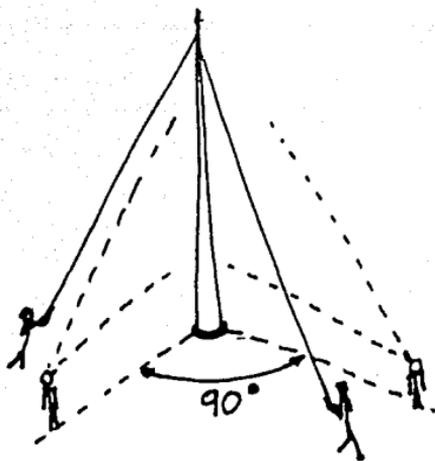


FIG. 4.14 a) Forma correcta de nivelar el poste

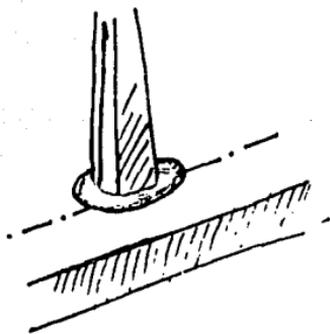


FIG. 4.14 b) Para la nivelación del poste se debe de poner una de sus caras paralela a la guarnición

Para dar por terminada la maniobra, el poste debe estar fijo completamente, que no tenga holguras en su periferia, para ello es necesario el AFIRMADO, que consiste en el relleno del agujero, en donde está el poste, con varias capas de tierra y piedras dependiendo estas del empotramiento que tenga el poste, posteriormente se apizona a presión.

A continuación se describen algunos métodos para la afirmación de postes que varían dependiendo del tipo que se utiliza:

I- AFIRMADO PARA POSTES DE CONCRETO.- Después de que el poste ha quedado centrado a plomo, se colocan piedras de tamaño adecuado, que por medio del pistón se hacen llegar al fondo del hoyo y bien apizonadas constituyen la primera capa, el tamaño adecuado de las piedras se obtiene partiéndola con el marro.

Luego se le hecha tierra y se apizona, repitiendo estas operaciones 2 ó 3 veces según la longitud del poste.

Postes hasta de 11 mts. (35'), 2 capas

Postes mayores de 11 mts. (35'), 3 capas

II- POSTES DE CONCRETO.- Antes de colocar el poste en el hoyo se pondrá en el fondo del mismo una planilla, que pueda ser de piedra, concreto ó lámina.

Después de que el poste apoya en la planilla, se cubre ésta de tierra y se procede a colocar la primera capa, repitiendo esta operación hasta tener 3 capas.

III- POSTES PARA RETENIDA.- El poste se coloca a plomo en el hoyo, pégandolo hacia el lado donde soportará la tensión y se coloca una piedra grande (patada) en el fondo del hoyo.

Se le da al poste la inclinación y alineación deseada por medio de los vientos y se acuña con piedra el lado donde soportará la tensión, la operación se concluye con una capa de piedra bien apizonada figura 4.15.

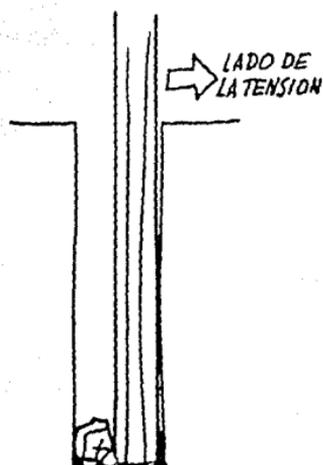


FIG. 4.15. Nivelación correcta del poste para Retenida.

En todos los casos de afirmado, la última capa deberá quedar abajo del nivel del piso por lo menos a unos 15 CMS.

Se deberá supervisar que el poste no pierda su verticalidad o inclinación deseada durante el afirmado sobre todo al poner la tercera capa.

## CAMBIO DE AISLADORES EN LINEAS TRIFASICAS

Existen dos sistemas para efectuar la sustitución de aisladores y alfileres instalados en el extremo superior de los postes. Una de estas formas es conocida por el METODO POR LEVANTAMIENTO y el otro como METODO LATERAL.

Cuando el Método por levantamiento es el empleado, se usa la cruzeta auxiliar en forma de "T" ayudada por bastones elevadores. Con este sistema 3 líneas son elevadas a la vez para disponer de un espacio seguro para trabajar.

Cuando la tensión de la línea o el espacio vertical disponible - hace impracticable este sistema se recomienda usar el METODO LATERAL que consiste en transferir dos de los conductores a una cruzeta auxiliar que ha sido previamente instalada a un lado del poste y llevar el tercer conductor hacia el lado opuesto por medio de los bastones.

Las principales herramientas que se usan en este trabajo son: - Los bastones elevadores y laterales, silletas para los bastones, tijeras para el corte de los amarres y alguna otra pequeña herramienta del tipo Universal.

El cambio de aisladores por el Método de Levantamiento resulta - actualmente de poco uso, por la dificultad que se tiene al maniobrar con los - bastones para levantar los conductores, por lo que a continuación se describe el procedimiento del Método Lateral.

Después de haber alejado los conductores por cualquiera de los - dos métodos descritos se procede en sí a cambiar los aisladores dañados.

## CAMBIO DE AISLADORES POR EL METODO LATERAL

El cambio de aisladores se origina cuando estos presentan roturas, fisuras o manchas lo que provoca que existan brincamientos continuos de corriente hacia los alfileres o crucetas.

Para evitar estas fallas por el flameo de los aisladores se procede a cambiarlos bajo los siguientes pasos:

- 1- REMOCION DEL CONDUCTOR NEUTRO.- Consiste en retirar hacia un lado o bajar del poste (según como convenga) la fase neutra de los conductores, por medio de una sogá, cuidando que en todo momento el neutro se mantenga fuera del alcance del personal trabajando y del equipo en operación o cubierto con protectores adecuados.
- 2- INSTALACION DE LA CRUCETA AUXILIAR.- Utilizada para transferir dos de los conductores, para ello:
  - Instale el sujetador de cadena de la cruceta auxiliar aproximadamente a la mitad de la distancia entre el soporte del neutro y la cruceta del poste .
  - Arme en tierra la cruceta auxiliar y fije los soportes para alambres a una distancia aproximadamente de 60 cms.
  - Lleve al poste la cruceta auxiliar fijandola al sujetador de cadena por medio del pasador largo, se instala un bastón elevador en el estribo en la cruceta auxiliar, el cual servirá como puntal y se levanta hasta que obtiene una posición horizontal, tal como se indica en la figura 4.16. a y b.

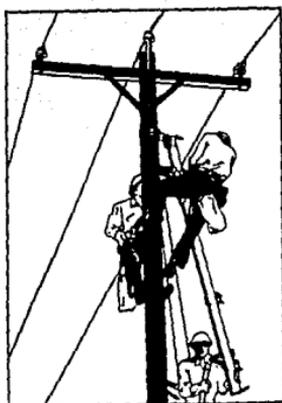


FIG. 4.16. a) Se fija la cruzeta auxiliar al sujetador de cadena.

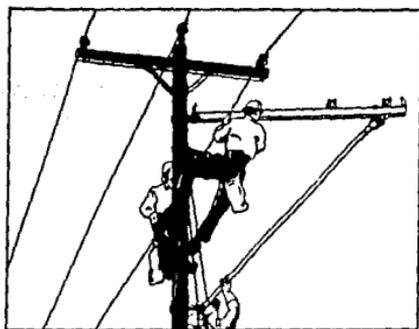


FIG. 4.16. b) Por medio del bastón elevador se levanta hasta que se obtiene una posición horizontal.

- Instale una silleta equipada con una horquilla y ajuste o conecte el anillo giratorio del bastón a esta horquilla. La cruceta auxiliar también puede ser soportada por un corto brazo especial si desea.
  - Por último se retiran los amarres de los conductores por el lado en que ha sido instalada la cruceta auxiliar. Hay que tener en cuenta que si los amarres están en malas condiciones, el conductor debe ser retenido por los bastones, antes de desamarrar.
- 3- **INSTALACION DEL BASTON ELEVADOR.**- Fije un bastón elevador de 5.08 cms. ó 6.35 cms. (2" ó 2 1/2") de diámetro al conductor instalado en el extremo de la cruceta, para ser llevado a la cruceta auxiliar, figura 4.17.

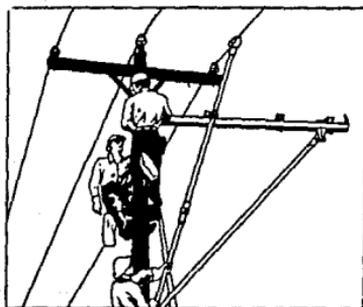


FIG. 4.17. Colocación del baston sobre el conductor para ser llevado a la cruceta auxiliar.

Instale en el poste una silleta con abrazaderas de la misma medida del diámetro del bastón. Esta silleta se instalará lo suficientemente alejada del extremo inferior del bastón para permitir que alcance el soporte de alambres instalado en el extremo de la cruzeta auxiliar y para que permitan también la instalación de la garrucha para operar el bastón.

- 4- **INSTALACION DEL BASTON LATERAL.**- Instale en el poste una silleta con abrazadera para bastón de 3.81 cms. (1 1/2") aproximadamente a la mitad de la distancia existente entre el soporte del conductor neutro y el extremo del poste donde está instalado el alfiler que soporta el aislador del conductor del centro. Esta silleta será instalada en la misma cara del poste en que fue instalada la silleta anterior.

Se asegura al conductor un bastón lateral de 3.81 cms. (1 1/2") de diámetro lo más cerca posible del bastón elevador instalado anteriormente, fijándolo a la silleta figura 4.18.

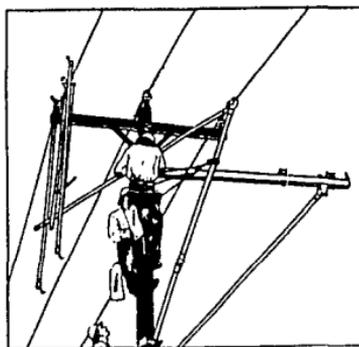


FIG. 4.18. Forma de instalar el bastón lateral.

- 5- **INSTALACION DE LAS GARRUCHAS.**- Se instalan dos juegos de garruchas, el primer juego se coloca entre la horquilla de la silleta y el anillo de la parte inferior del bastón elevador, el segundo juego entre la horquilla de la silleta del bastón lateral y el anillo de un collarín instalado en el bastón elevador, figura 4.19.

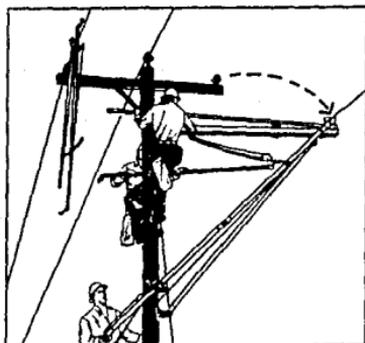


FIG. 4.19. Instalación de las garruchas.

Este collarín será instalado a 75 cms. (30") aproximadamente del extremo superior del bastón elevador, pero recordando siempre que esta distancia será regulada por el voltaje de la línea sobre la cual se está trabajando.

- 6- **DESAMARRANDO EL CONDUCTOR.**- Haciendo presión hacia abajo con el bastón elevador, se sujeta el conductor a la ranura del aislador; apretando después - la abrazadera que soporta el bastón.

Se comienza a retirar el amarre del conductor por el lado opuesto a los bastones, al estar ejecutando esta operación debe tenerse cuidado de ir cortando el exceso de amarre para que no exista contacto con la cruceta u otros conductores.

7- **MOVIENDO LOS CONDUCTORES.**- Afloje la abrazadera que soporta el bastón elevador y con personal en tierra operando la garrucha se levanta el conductor - aproximadamente 15 cms. sobre el aislador.

Un liniero por medio del bastón lateral guía el conductor hasta que quede dentro del soporte de alambres instalado al extremo de la cruceta auxiliar.

Para esto se deberá de aflojar previamente la abrazadera que sujeta este bastón, figura 4.20.

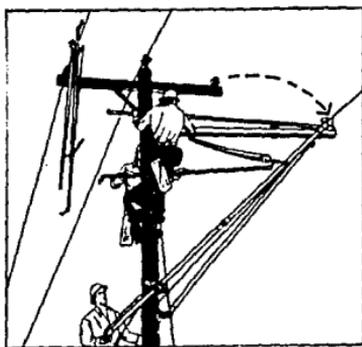


FIG. 4.20. Colocación del primer conductor dentro del soporte de alambres.

Operando las garruchas y guiado por el bastón lateral se lleva el conductor (cuidadosamente) hasta que quede en el soporte del alambre situado al extremo de la cruceta auxiliar, figura 4.21.

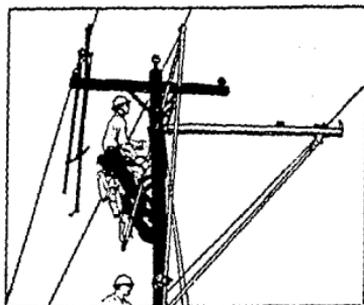


FIG. 4.21. Colocación del segundo conductor al soporte de alambres.

Utilizando los dos bastones que llevaron el primer conductor hasta el soporte de alambres de la cruceta auxiliar, se agarra el conductor central.

Haciendo presión hacia abajo con el bastón elevador sujete el conductor a la ranura del aislador y apriete después la abrazadera que soporta el bastón.

Retire el amarre de este conductor por el lado opuesto a los bastones, procurando cortar el exceso de amarre para evitar que haga contacto con la cruceta u otros conductores.

Después de que el amarre ha sido removido totalmente, se aflojan las abrazaderas de los bastones y por medio de la garrucha se levanta el conductor -

unos 15 cms. sobre el aislador. Verificar que el bastón lateral esté sujeto firmemente para evitar que durante esta operación el conductor pueda caer sobre la cruzeta o hacia el lado opuesto.

Comience a llevar el conductor, con mucho cuidado, hasta el segundo soporte para alambres de la cruzeta auxiliar. El bastón lateral será usado durante esta operación para guiar el conductor hasta el soporte para alambres.

Retire los bastones del conductor central e instálelos sobre el tercer conductor situado en el extremo opuesto de la cruzeta, figura 4.22.

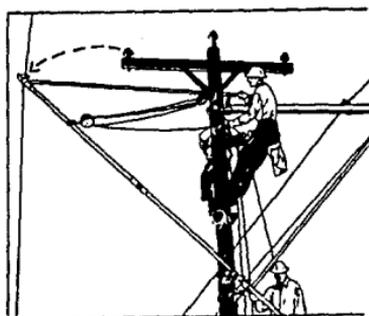


FIG. 4.22. Colocación del bastón sobre el tercer conductor.

Usando el bastón elevador, apriete el conductor contra la ranura del aislador y asegure la abrazadera que sujeta el bastón.

Desamarre el conductor y por medio de las garruchas levante el conductor 15 cms. aproximadamente por encima del aislador.

Con un liniero operando el bastón lateral, aparte el conductor lo suficiente para poder trabajar con seguridad.

Después que el conductor haya quedado apartado y en posición relativamente igual al conductor mas alejado sobre la cruceta auxiliar, apriete ambas abrazaderas en las silletas de los bastones elevador y lateral, figura 4.23. a y b

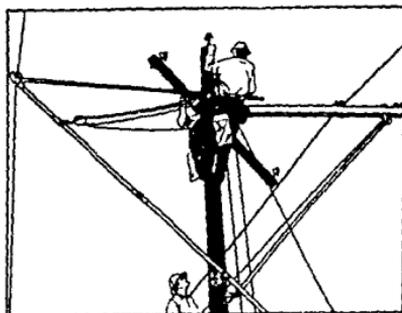


FIG. 4.23. a) Se aleja el conductor por medio del bastón.

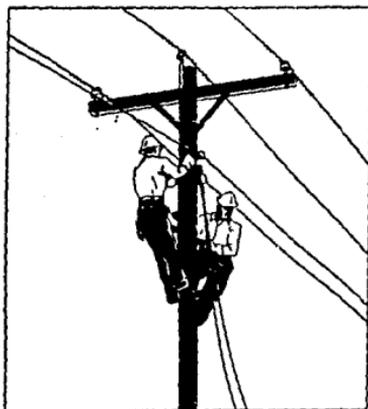


FIG. 4.23. b) Teniendo los dos conductores alejados, se aprietan las abrazaderas en las silletas de los bastones elevador y lateral.

- 8- CAMBIANDO LOS AISLADORES O LA CRUCETA.- Remueva y cambie los aisladores o la cruceta si es necesario. Esta operación se puede efectuar con toda seguridad puesto que los conductores han sido anclados firmemente y lejos del área de trabajo.

Instale amarres apropiados en los nuevos aisladores procurando que queden alineados con el conductor, estos amarres deberán ser del tipo apropiado para esta clase de labores.

- 9- INSTALANDO DE NUEVO LOS CONDUCTORES.- Mueva los conductores a su posición original en los aisladores invirtiendo las operaciones que se efectuaron al quitarlos.

Cada conductor será llevado con cuidado a su posición original, con personal en tierra operando las garruchas, bajo la supervisión y asistencia de los linieros en el poste. Los conductores serán removidos hasta situarlos a pocos centímetros sobre los aisladores y después bajados a las ranuras de éstos.

Cuando el conductor ha sido instalado en su puesto sobre la ranura del aislador, se sostendrá en este lugar con la ayuda del bastón elevador y se comenzará a amarrar por el lado opuesto del aislador terminando así la maniobra.



## CAPITULO V

### EJEMPLO DE APLICACION.

" Los científicos exploran lo que es y los ingenieros crean lo que nunca ha sido ".

- T. Von Kármán -

## EJEMPLO DE APLICACION

El objetivo de este capítulo, es demostrar que para el establecimiento de una Norma, es necesario basarse en conocimientos técnicos y contar con soportes teóricos-científicos que aseguran el fin específico para el cual se escribió la Norma.

En los capítulos precedentes se han descrito los esquemas característicos de un sistema de distribución eléctrico, así mismo se han planteado los lineamientos que enmarcan la Normalización de Montajes y Maniobras. Es precisamente en la conjunción de ambas (Estructura de Distribución Eléctrica-Normalización) donde enfocaremos nuestra atención para plantear una nueva Norma.

En la actualidad, existen en el campo de trabajo situaciones que se presentan al desarrollarse alguna maniobra o un montaje, que no se han lo grado estandarizar.

Tal es el caso que se presenta en el Montaje de un Seccionador Automático L A 23.400 F T, que para su conexión a la línea de distribución eléctrica, es necesario realizar un empalme entre un conductor de cobre y uno de aluminio.

En la Figura 5.1. se han indicado algunos puntos, señalando los materiales que se utilizan en dicha Norma de Montaje.

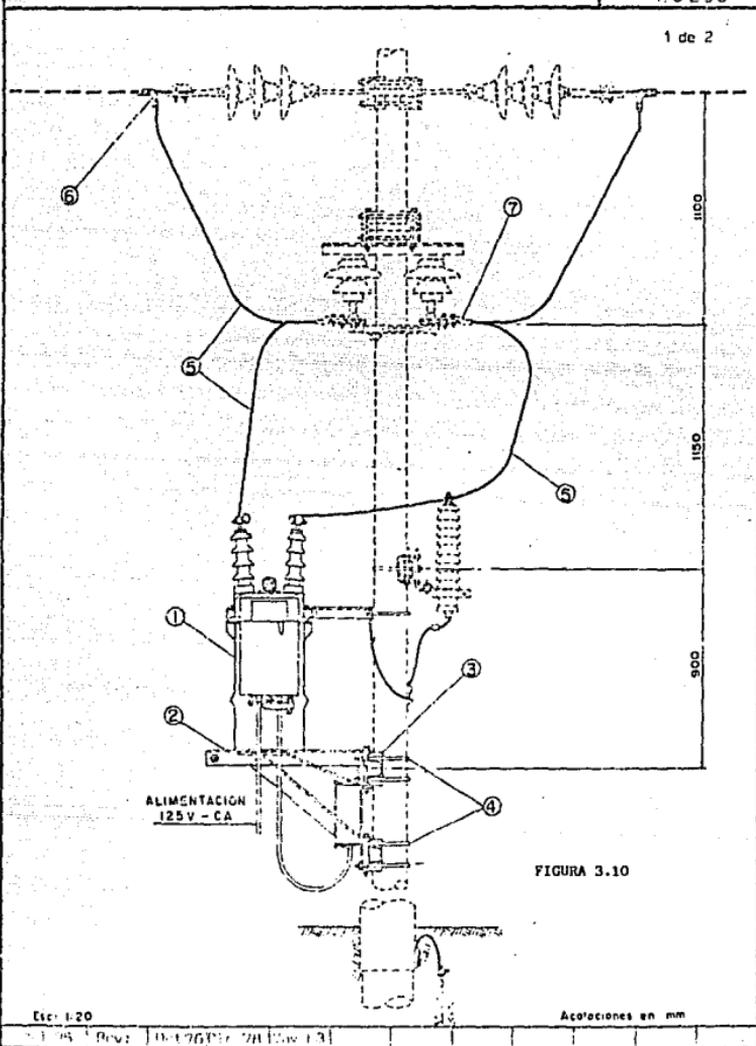
Refiriendonos específicamente al punto 6 del esquema, se ha observado, por experiencia, que por la unión de estos Materiales (Al y Cu) se presenta el fenómeno de corrosión, que ha causado fallas eléctricas en el sistema aéreo de distribución.

En los siguientes párrafos describimos nuestro procedimiento de prueba, con el fin de establecer la normalización del uso de conectores Al-Cu.

SECCIONADOR AUTOMATICO LA 23.400 FT

NORMAS I. y F  
MONTAJE  
4.0203

1 de 2



ALIMENTACION  
125V - CA

FIGURA 3.10

Esc: 1:20

Aclaraciones en mm

Rev: 13-176117 28 13

# SECCIONADOR AUTOMATICO LA 23.400 FT

NORMA C.  
MONTAJE  
4.0203

2 de 2

| Ref | NOMBRE                              | Norma Lyf | Unidad | Cantidad |
|-----|-------------------------------------|-----------|--------|----------|
| 1   | SECCIONADOR AUTOMATICO LA 23.400 FT |           | Pza    | 1        |
| 2   | PLATAFORMA 2 (MODIFICADA)           |           | Pza    | 1        |
| 3   | DADOS 55 o 55                       | 2.0134    | Pza    | 2        |
| 4   | ABRAZADERAS SU o BU                 | 2.0059    | Pza    | 5        |
| 5   | CABLE CUD 1/0                       | 2.0102    | M      | 15       |
| 6   | CONECTOR L Al-Cu (SEGUN CALIBRE)    |           | Pza    | 5        |
| 7   | ZAPATA Cu 1/0                       |           | Pza    | 12       |

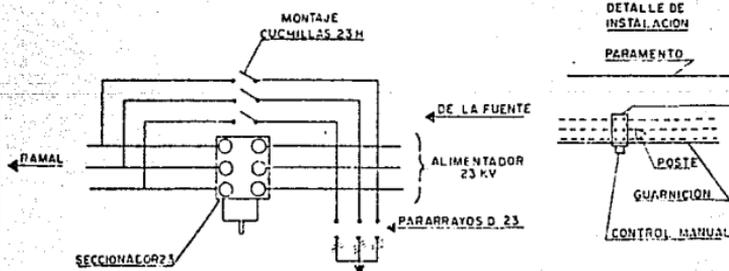
### APLICACION :

Instalado en poste A 13 x 26 TC y conectado a líneas de 23 KV, utilizando un montaje de cuchillas 23 H y pararrayos D 23, aisló fallas dejando fuera de servicio el ramal que protege cuando la falla es permanente.

### CLAVE DEL NOMBRE :

- LA = Líneas Aéreas
- 23 = 23 KV. Tensión entre fases
- 400 = 400 A. Corriente nominal
- FT = Accesorio para fallas de fase a tierra

### DIAGRAMA DE CONEXION



Jul 25 | Rev: 10ct 76 | Dic 78 | May 83

## PRUEBA TIPO PARA EL USO DE CONECTORES EN EMPALMES DE ALUMINIO-COBRE

**PROPOSITO:** Reducir la corrosión que se presenta al unir mecánicamente dos conductores Aluminio-Cobre.

**ANTECEDENTES:** Uno de los fenómenos que afectan notablemente a los materiales - utilizados en la distribución de energía eléctrica, es sin lugar a dudas la co rrosión.

Remontandonos a los inicios del estudio de este fenómeno, los - primeros cálculos correctos de la magnitud de los daños causados por la corrosión datan aproximadamente, de la segunda década de nuestro siglo. Sobre la ba se de una estadística cuidadosa, el West Scotland Iron an Steel Institute comprobó que el ataque corrosivo había destruido entre los años 1890 y 1923, nada menos que 718 millones de toneladas de hierro, de las 1766 millones de toneladas que alcanzó la producción total. En 1925, W. J. Overbeck, de la Dupont - Comp. (Chicago), señala que se podían estimar en 2500 millones de dólares anua les los gastos de protección contra la corrosión en los E.E.U.U.

Actualmente los distintos laboratorios esparcidos mundialmente - tienen bien definido el fenómeno de "CORROSION" y los Métodos para contrarrestarla. Es así como auxiliados por los estudios a Nivel Mundial se han expedido Normas como NOM-13117 que abordan este tema.

### MARCO TEORICO:

**DEFINICION:** La corrosión es la destrucción de los Metales iniciada en su super ficie, por contacto con el medio ambiente.

La destrucción debida a la corrosión puede ser de Naturaleza Qui mica, pero en muchos casos transcurre electroquímicamente. Si el metal está su jeto simultáneamente a esfuerzos mecánicos, pueden actuar conjuntamente a l o s

que químico y la sollicitación mecánica, produciéndose una corrosión especial - mente peligrosa. La extraordinaria importancia práctica de la corrosión no reside sólo en la pérdida de una cantidad considerable de metales. Es frecuente que con pérdidas relativamente pequeñas de metal se produzcan daños cuantiosos, como ocurre en la llamada corrosión localizada o picadura, que puede producir perforaciones, o en la corrosión intercrystalina, que acarrea la desintegración mecánica y hace perder al metal todo su valor.

A pesar de la multiplicidad de los fenómenos de corrosión la causa es siempre la misma. El metal que se corroe tiende a formar una combinación química. Sabemos que los metales sensibles a la corrosión, como el cobre y el aluminio, se encuentra en la naturaleza en forma de combinaciones y sólo por el esfuerzo del hombre pasan al estado metálico. Cuanto mayor es el trabajo necesario para lograr esta transformación, tanto mayor es la tendencia del metal a volver a su estado originario y natural. Este proceso de vuelta al origen es lo que llamamos corrosión.

Desde el punto de vista de las estructuras de distribución eléctrica el concepto de corrosión lo vemos implícito en los materiales metálicos usados en la concepción de éstas.

Basados en lo anterior presentaremos un estudio de la corrosión por contacto ó galvánica enfocada a conexiones del tipo Aluminio-Cobre.

Los fenómenos de la corrosión por contacto o galvánica se pueden presentar en todos aquellos casos en que hay dos metales de diferente potencial en contacto directo ó eléctricamente enlazados y en presencia de un electrolito. Basta la humedad condensada de la atmósfera para provocar la corrosión.

Existen dos factores que influyen en la corrosión galvánica

- a) Potenciales
- b) Polarización.

En la tabla 5.1. podemos observar la correlación que guardan los elementos metálicos más significativos con su respectivo potencial en volts.

El hidrógeno es el elemento neutro y aparece separando a los potencialmente positivos de los potencialmente negativos. Se dice que se tiene un "par galvánico" cuando se unen elementos positivos con negativos. El grado de corrosión aumenta al utilizar elementos que se encuentren relativamente más alejados en las posiciones respectivas de acuerdo a la tabla. En caso de existir destrucción, el metal destruido siempre será el que tenga un alto grado de potencial negativo.

| METAL                                | POTENCIAL<br>VOLTIOS |
|--------------------------------------|----------------------|
| K, Potasio.....                      | -2,92                |
| Ca, Calcio.....                      | -2,76                |
| Na, Sodio.....                       | -2,71                |
| Mg, Magnesio.....                    | -2,40                |
| Al, Aluminio.....                    | -1,69                |
| Mn, Manganeso.....                   | -1,10                |
| Zn, Zinc.....                        | -0,76                |
| Cr, Cromo.....                       | -0,51                |
| Fe, Hierro.....                      | -0,44                |
| Cd, Cadmio.....                      | -0,40                |
| Co, Cobalto.....                     | -0,29                |
| Ni, Niquel.....                      | -0,25                |
| Sn, Estaño.....                      | -0,16                |
| Pb, Plomo.....                       | -0,13                |
| <u>H<sub>2</sub>, Hidrógeno.....</u> | <u>-0,00</u>         |
| Cu, Cobre.....                       | +0,35                |
| Ag, Plata.....                       | +0,81                |
| Hg, Mercurio.....                    | +0,86                |
| Au, Oro.....                         | +1,38                |
| Pt, Platino.....                     | +1,60                |

TABLA 5.1.  
Serie de potenciales de los metales.

## EQUIPO

El aparato requerido para pruebas en niebla salina consiste en una cámara de niebla, en recipiente de solución salina, un suministro adecuado de aire comprimido, una o más espreas atomizadoras, soportes para muestras, medio para calentar la cámara y adecuados sistemas de control. El tamaño y construcción de los equipos es opcional, teniendo las condiciones requeridas por este método.

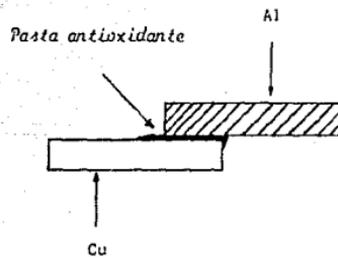
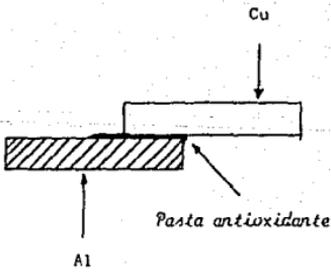
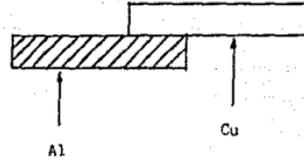
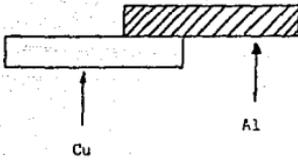
Las gotas de solución que se acumulan en el techo o cubierta de la cámara no serán permitidas que caigan en las muestras que están siendo probadas.

Las gotas de solución, las cuales caen de las muestras no deben de retornar al recipiente de solución para ser atomizados nuevamente.

El material de construcción, deberá ser tal que no afecte las características de corrosión de la niebla.

## MUESTRAS DE PRUEBA

Se probaron cuatro muestras colocandolas como a continuación se indica:



## PREPARACION DE LAS MUESTRAS DE PRUEBA

Las cuatro muestras fueron limpiadas primero, con jabón neutro - y enjuagadas con alcohol isopropílico rebajado al 50% con agua destilada, a - una temperatura de 18 a 25°C.

### CARACTERISTICAS AMBIENTALES QUE SE DEBEN CUMPLIR DENTRO DE LA CAMARA SALINA

La solución Salina está compuesta de 5 ± 1 partes por peso de - Cloruro de Sodio en 95 partes de agua destilada. El Cloruro de Sodio utilizado se encontraba sustancialmente libre de Niquel y Cobre y contenían no más de - 0.1% de Yoduro de Sodio y no más del 0.3% de impurezas totales, el P.H. de la - solución se mantuvo de acuerdo a la Norma de 6.5 a 7.2, la solución del P.H. - se hizo electrométricamente a 25°C (77° F) usando un electrodo de cristal con - un puente de Cloruro de Potasio saturado.

Presión de aire suministrado = 12 Lb/Pulg<sup>2</sup>  
Temperatura de bulbo seco = 35 ± 1.1 - 1.7°C  
Temperatura de bulbo húmedo = 95 ± 2 - 3°F  
Período de prueba = 48 horas continuas.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 5.2.

T A B L A 5 . 2 .

| No. DE MUESTRA | HORAS | CODIGO | HORAS | CODIGO | OBSERVACIONES  |
|----------------|-------|--------|-------|--------|--|
| I              | 24    | OR     | 48    | OR     | El aluminio <u>presen</u><br>ta <u>corrosión</u> en un<br>30% de su <u>superfi-</u><br><u>cie.</u> |
| II             | 24    | OR     | 48    | OR     | El aluminio <u>presen</u><br>ta <u>corrosión</u> en un<br>70% de su <u>superfi-</u><br><u>cie.</u> |
| III            | 24    | O      | 48    | K      | El aluminio <u>presen</u><br>ta <u>corrosión</u> en un<br>20% de su <u>superfi-</u><br><u>cie.</u> |
| IV             | 24    | O      | 48    | K      | El aluminio <u>presen</u><br>ta <u>corrosión</u> en un<br>5% de su <u>superfi-</u><br><u>cie.</u>  |

OR : Puntos de Oxidación  
O : No atacada

K : Corrosión fuera de la  
superficie de contacto.

#### CONCLUSION:

De acuerdo a los resultados obtenidos se demuestra que al utilizar en una conexión de Aluminio - Cobre la pasta antioxidante, los efectos corrosivos fueron disminuidos notablemente, además de que la posición adecuada de los conductores, como se observó en la muestra IV, es la del Aluminio arriba y el cobre abajo, evitando de esta forma el escurrimiento de la solución sa lina al material de sacrificio.

**NOTA:**

En la muestra III el 20% de la corrosión presentada fué debida al escurrimiento de las sales desprendidas del material de cobre, las cuales se depositaron en el material de Aluminio no protegido por la pasta produciendo la corrosión.

En la muestra IV el 5% de la corrosión se evaluó fuera de la superficie que no estaba en contacto con la pasta y el material de Cobre, esto es, la corrosión que se presenta normalmente al encontrarse el Aluminio expuesto al medio ambiente Natural; aunque dicha capa oxidante le sirve para protegerse de posteriores efectos corrosivos.

En todas las pruebas para la sujeción de los materiales se utilizó un conector de Aluminio de alta resistencia Mecánica ( Al - 535) con tratamiento térmico.

REFERENCIAS:

- ASTM - B - 117 "Standard Method of salt spray (FOG) Testing"
- ASTM - B - 287 "Standard Method of Acetic Acid-Salt spray (FOG) Testing"
- ASTM - B - 368 "Standard Method of Test for Copper Accelerated Acetic-Acid-Safe spray (FOG) Testing (CASS TEST)"
- ASTM - B - 380 "Standard Method of Corrosion Testing of Decorative Chromium Plating By the Corrodokote Procedure"
- ASTM - D - 1735 "Standard Method for Water Fog Testing of Organic Coating"
- ASTM - D - 2247 "Standard Method for Testing (COATED) Metal Specimens at 100 per Cent Relative Humidity"

A continuación estableceremos una norma derivada del estudio anteriormente descrito.

## NORMA PARA LA UTILIZACION DE CONECTORES ALUMINIO-COBRE EN MANIOBRAS DE MANTENIMIENTO Y MONTAJES EN LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION.

### OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION:

El propósito de esta norma, al ser aplicada, es reducir las fallas por efecto corrosivo, que se presentan al llevar a cabo montajes en líneas de distribución eléctrica donde se requiera la unión de conductores Aluminio-Cobre.

### REFERENCIAS:

- ASTM - B - 117
- L.A. 23.400 FT

### DEFINICIONES:

**EMPALME.**- Es la unión de un conductor con otro, con el fin de proporcionar continuidad eléctrica entre circuitos, equipos o ambos.

**CORROSION:** Es la destrucción de los metales iniciada en su superficie, por contacto con el medio ambiente.

**ESPECIFICACIONES.**- Antes de realizarse el emplame entre conductores Aluminio-Cobre se deben de limpiar las superficies de contacto de ambos materiales, utilizando para ello cualquier disolvente de grasa que no destruya al Material base.

Una vez limpios los conductores colocar la pasta orgánica anti-oxidante en las superficies que van a estar en contacto.

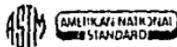
Colocar el conector de tal forma que el conductor de cobre quede sobre o en la parte superior del conductor de aluminio.

Se recomienda limpiar el exceso de pasta. Durante la realización de los empalmes debe evitarse dañar los materiales a unir.

El conector debe ser de liga de aluminio de alta resistencia mecánica con tratamiento, térmico, (Aleación Al-535).

**MÉTODOS DE PRUEBA:** El especificado por "prueba tipo para el uso de conectores-Aluminio-Cobre.

Para la elaboración de este capítulo se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM - 2 - 13/1 - 1975 del cual se muestra en las siguientes hojas, la portada y un cuadro sinóptico de la misma.



ASTM B 117 - 73  
(Reapproved 1979)

Endorsed by American  
Electroplating Society  
Endorsed by National  
Association of Metal Finishers

## Standard Method of SALT SPRAY (FOG) TESTING<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation B 117; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last revision.

This method has been approved for use by agencies of the Department of Defense to replace Method 3111 of Federal Test Method Standard No. 151b and for listing in the D Index of Specifications and Standards.

### 1. Scope

1.1 This method sets forth the conditions required in salt spray (fog) testing for specification purposes. Suitable apparatus which may be used to obtain these conditions is described in Appendix A1. The method does not prescribe the type of test specimen or exposure periods to be used for a specific product, nor the interpretation to be given to the results. Comments on the use of the test in research will be found in Appendix A2.

NOTE 1—This method is applicable to salt spray (fog) testing of ferrous and non-ferrous metals, and is also used to test inorganic and organic coatings, etc., especially where such tests are the basis for material or product specifications.

### 2. Apparatus

2.1 The apparatus required for salt spray (fog) testing consists of a fog chamber, a salt solution reservoir, a supply of suitably conditioned compressed air, one or more atomizing nozzles, specimen supports, provision for heating the chamber, and necessary means of control. The size and detailed construction of the apparatus are optional, provided the conditions obtained meet the requirements of this method.

2.2 Drops of solution which accumulate on the ceiling or cover of the chamber shall not be permitted to fall on the specimens being tested.

2.3 Drops of solution which fall from the specimens shall not be returned to the solution reservoir for re-spraying.

2.4 Material of construction shall be such that it will not affect the corrosiveness of the fog.

### 3. Test Specimens

3.1 The type and number of test specimens to be used, as well as the criteria for the evaluation of the test results, shall be defined in the specifications covering the material or product being tested or shall be mutually agreed upon by the purchaser and the seller.

### 4. Preparation of Test Specimens

4.1 Metallic and metallic coated specimens shall be suitably cleaned. The cleaning method shall be optional depending on the nature of the surface and the contaminants, except that it shall not include the use of abrasives other than a paste of pure magnesium oxide nor of solvents which are corrosive or will deposit either corrosive or protective films. The use of a nitric acid solution for the chemical cleaning, or passivation, of stainless steel specimens is permissible when agreed upon by the purchaser and the seller. Care shall be taken that specimens are not recontaminated after cleaning by excessive or careless handling.

4.2 Specimens for evaluation of paints and other organic coatings shall be prepared in accordance with applicable specification(s) for the material(s) being tested, or as agreed upon by the purchaser and supplier. Otherwise, the test specimens shall consist of steel meeting the requirements of ASTM Methods D 609 for Preparation of Steel Panels for Testing.

<sup>1</sup> This method is under the jurisdiction of ASTM Committee E 3 on Corrosion of Metals, and is the direct responsibility of Subcommittee G01.08 on Laboratory Corrosion Tests.

Current edition approved March 29, 1979. Published June 1979. Originally published as B 117 - 73. Test procedure shown B 117 - 74.



**SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO**

**NORMA OFICIAL MEXICANA**

1-1  
2-13/1-18-75

G

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

|  |   |  |       |
|--|---|--|-------|
|  | <i>Elementos Preliminares</i>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Portada (3.1.1)</li> <li>Prefacio (3.1.2)</li> <li>Contenido (3.1.3)</li> </ul>   | véase |
| <p><b>Cuerpo de las Normas Oficiales Mexicanas</b></p> | <p><i>Elementos generales que introducen al contenido técnico de la norma</i></p> <p>“Título”, “Objetivo” y “Campo de Aplicación”, deben incluirse siempre; los demás elementos pueden incluirse si es conveniente</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Título (3.2.1)</li> <li>Introducción (3.2.2)</li> <li>Objetivo (3.2.3)</li> <li>Campo de Aplicación (3.2.4)</li> <li>Referencias (3.2.5)</li> <li>Definiciones (3.2.6)</li> <li>Símbolos y Abreviaturas (3.2.7)</li> </ul>  |       |
|  | <p><i>Elementos que constituyen el contenido técnico de la norma</i></p> <p>Este listado es solamente enunciativo. Una norma puede contener solamente parte de los elementos del listado y es posible que ciertas normas contengan solamente uno. En cada caso los elementos que se necesitan son determinados por la naturaleza de la propia norma</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Terminología (3.3.1)</li> <li>Clasificación y designación del producto (3.3.2)</li> <li>Especificaciones (3.3.3)</li> <li>Materiales (3.3.4)</li> <li>Muestreo (3.3.5)</li> <li>Métodos de Prueba (3.3.6)</li> <li>Marcado, etiquetado, envase, empaque y embalaje (3.3.7)</li> </ul> |       |
|  | <i>Elementos complementarios</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apéndices (3.4.1)</li> <li>Notas al pie de página (3.4.2)</li> <li>Bibliografía ( 6 )</li> <li>Concordancia con normas Internacionales ( 7 )</li> </ul>   |       |



## CONCLUSIONES

" Al final del camino, en la parte superior de la cima, levantas la vista y contemplas con regocijo la meta. Pero el horizonte es amplio y te invita a continuar ".

- J. L. L. -

## CONCLUSIONES

Las Normas de trabajo son útiles para la disminución de accidentes y a su vez aumentan la seguridad y efectividad de operación de un Sistema de Distribución Eléctrico.

Las Normas de trabajo por sí solas son un instrumento carente de sentido, para poder ser explotadas adecuadamente se requiere de la capacitación, así como de una buena motivación y concientización de los trabajadores.

Es importante señalar que las Normas de trabajo deben ser actualizadas y en su caso reestructuradas mediante un organismo de carácter oficial.

Para obtener menos accidentes y mayor confiabilidad en el Sistema de Distribución Eléctrico, la normalización debe contemplar desde los equipos de protección personal, herramientas, materiales, hasta la concepción misma de una maniobra o un montaje.

La Seguridad Industrial es el vehículo por el cual se manifiestan desde sus inicios el surgimiento de una nueva Norma, a su vez éstas son revisadas y modificadas para lograr un Control Total de la Calidad.

La finalidad intrínseca de la Norma es que su aplicación sea Universal, aunque esto no se ha logrado aún.

Para el establecimiento de una Norma se deben seguir una cierta estructura de desarrollo e implantación indicadas por la Dirección General de Normas, a su vez este organismo tiene ingerencia Nacional. Por lo que una Norma de Trabajo debe tener soportes teóricos a base de conocimientos científicos y técnicos.

Como se ha visto en el desarrollo del presente trabajo, la Compañía de Luz y Fuerza se ha esforzado por mantener la capacitación de los trabajadores, el establecimiento y actualización de las Normas así como la constante vigilancia de que éstas se cumplan y respeten; lográndose la minimización de accidentes y mejoramiento de la calidad en el servicio. \*

Finalmente como perspectiva del presente estudio, se puede pensar en la aplicación de los conceptos aquí tratados no solo en forma particular sino en forma extensiva a través de las distintas industrias nacionales, - lográndose con ello un desarrollo acorde a la iniciativa mundial.

= BIBLIOGRAFIA =

- |   |  |
|---|--|
| - INTRODUCCION A LA INGENIERIA<br>Y AL DISEÑO EN LA INGENIERIA.                         | EDUARD V. KRICK  |
| - DISEÑO DE UNA RED DE DISTRI-<br>BUCION AUTOMATICA.                                    | J. ENCINAS, A. JIMENEZ<br>J. I. OLGUIN, J. A. MORALES UNAM.                                  |
| - OPTIMIZACION TECNICA Y ECONOMICA<br>DE LA OPERACION DE UN SISTEMA<br>DE DISTRIBUCION. | G. ALVARADO, C. H. ARELLANO<br>A. BUJANOS, F. J. PEREZ,<br>J. C. ROBLES, M. A. VAZQUEZ UNAM. |
| - LEY FEDERAL DEL TRABAJO.  | SECRETARIA DE TRABAJO Y PREVISION<br>SOCIAL.   |
| - ¿QUE ES EL CONTROL TOTAL DE<br>LA CALIDAD? LA MODALIDAD JAPONESA.                     | KAORU ISHIKAWA   |
| - CURSO COMPLEMENTARIO DE SEGURIDAD<br>E HIGIENE.                                       | COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA.  |
| - SISTEMAS DE DISTRIBUCION.   | ROBERTO ESPINOZA LARA.   |
| - NORMAS DE MONTAJE LUZ Y FUERZA<br>DE LINEAS AEREAS.                                   | COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA   |
| - NORMAS DE MATERIALES LUZ Y FUERZA<br>DE LINEAS AEREAS.                                | COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA   |
| - ESTUDIO DE DISTRIBUCION.  | ASPE ESCALANTE JULIO UNAM.   |
| - INSTRUCTIVO BASICO DE LINEAS AEREAS.  | ESCUELA MEXICANA DE ELECTRICISTAS  |
| - NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES<br>ELECTRICAS (PARTE 2 LINEAS AEREAS).             | S E C O F I  |

- REGLAS BASICAS PARA EL USO DE EQUIPOS DE PUESTA A TIERRA. TRANSMISION Y DISTRIBUCION.
- MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LINEAS VIVAS. A. B. CHANCE Co.
- REDES ELECTRICAS JACINTO VIQUEIRA LANDA. REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA.
- DISEÑO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS JOSE RAUL MARTIN. MAC. GRAW HILL.
- NORMAS DE CONSTRUCCION DISTRIBUCION GERENCIA GENERAL DE OPERACION, DEPTO. DE JUNTAS DE ELECTRIFICACION C. F. E.
- CURSO BASICO DE SEGURIDAD E HIGIENE RELACIONES INDUSTRIALES. RELACIONES INDUSTRIALES ING. JAIME RODRIGUEZ DE SN. MIGUEL.
- APUNTES DE CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO. COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO.
- CORROSION Y PROTECCION. FRITZ. TODT JEFE DE SECCION DE ELECTRO-QUIMICA ESPECIAL DEL BUNDESANTALT. FÜR MECHANISCHE UND CHEMISCHE MATERIAL PRÜ FUNG, DE BERLING.
- MAS ALLA DE LA HERRUMBE JAVIER AVILA, JOAN GENESCA.
- NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM) NOM-Z- 13-/1-1975  
(ASTM) ASTM B117-73