



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**EXPERIENCIA LABORAL EN EL DEPARTAMENTO DE
LINEAS AERIAS DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO**

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

JUAN CARLOS GUTIERREZ CORIA

ASESOR: ING. FERNANDO PATLAN CARDOSO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

Reconocimientos

A mis padres:

Por que me dieron la vida y por que con su amor y paciencia tuve la suficiente fortaleza para enfrentarme a todos los obstáculos que se me presentaron.

Con todo mi cariño y respeto.

A mis hermanos:

Por que siempre me apoyaron incondicionalmente en todo momento.

A mi esposa:

Por que siempre estuviste conmigo. En gran parte este mérito también es tuyo, ya que cuando yo estaba perdido tú me iluminaste y me enseñaste el rumbo correcto. Por tu amor y comprensión ¡¡ Gracias !!

A mis hijos: Julio Cesar y Sarahí

Por que ustedes fueron mi mejor estimulo para seguir adelante y no desfallecer en los momentos más complicados.

A mis profesores:

Por que sin otro interés, más que el de formar buenos profesionistas, se entregaron con pasión a sus actividades docentes y lograron su objetivo.

A la Universidad:

Por seguir siendo el gran centro de conocimientos del país y por la oportunidad que me brindaste de recorrer tus aulas.

INDICE

1. Introducción.	1
2. Objetivo	4
3. Estructura administrativa de Luz y Fuerza del Centro	5
4. Ámbito Geográfico	6
5. Estructura General de Luz y Fuerza	7
6. Estructura del departamento de Líneas Aéreas	20
6.1 Actividades	22
6.2 Conductores Empleados	25
6.3 Arco eléctrico, Distancias mínimas.	32
6.4 Transformadores	34
6.5 Fusibles.	38
6.6 Maniobra de detección de potencial para trabajos de Mantenimiento	41
6.7 Maniobra de prueba de transformadores de distribución	44
6.8 Procedimiento para comprobar si la línea de baja tensión tiene regreso	48
6.9 Fallas más comunes en la red de Distribución Aérea (23 kV, tensión media y baja tensión 127/220 V).	49
6. 10 Apertura y cierre de Línea de Tensión Media	52
7. Vehículos especiales de Línea Viva	59
7.1 Recomendaciones sobre su cuidado.	60

8. Diagramas Unifilares	62
9. Glosario	64
10. Simbología	66
11. Recomendaciones.	67
12. Conclusiones	69
13. Bibliografía	71

1. Introducción

Llevar la energía eléctrica de los centros de distribución hasta los usuarios de Luz y Fuerza requiere de una gran infraestructura, tecnología y personal especializado que garantice la máxima eficiencia de uso, pues solo así se podrá optimizar el abasto de energía eléctrica que requiere una de las ciudades más grandes del mundo.

El departamento de líneas aéreas es el encargado de distribuir la energía eléctrica, de la red primaria (6 kV y 23 kV) y de la red secundaria (127 V ó 220 V), al usuario final, en forma tal que sea de fácil manejo su uso doméstico y/o comercial, sin ningún tipo de riesgo para las personas que requieran de ella.

Es aquí donde se cumple con el objetivo de Compañía de Luz y Fuerza del Centro, “Suministrar energía eléctrica, en forma eficiente y de calidad, a la zona central del país”. Para llevar a cabo este fin, se está capacitando constantemente al personal de dicho departamento; desde su ingreso a esta empresa se le involucra constantemente en el manejo de las normas utilizadas en los materiales y en las maniobras inherentes al mismo, para que así, adquieran los conocimientos que han de emplear en toda su formación dentro de la empresa.

Desde que se barrena un hoyo, para el parado de postes, hasta que se tiende el conductor que habrá de suministrar electricidad al usuario, llevamos implícita la seguridad en nuestras labores de trabajo, es decir, para toda labor existe el equipo,

el material y la herramienta necesaria para realizarlo sin exponer al personal a que sufra accidentes que en ocasiones podrían llegar a ser mortales.

Por poner un ejemplo, para realizar trabajos con Línea Viva (energizada) se usan vehículos, denominados jirafas para L. V., los cuales poseen un brazo hidráulico extensible con un par de canastillas individuales al final del mismo y tienen la característica de que son dieléctricos; se cuenta además, con protectores de línea, ya sean rígidos o flexibles, protectores de cruceta, protectores de aislador, mantas de hule dieléctricas, guantes de hule, mangas del mismo material y un sinnúmero de implementos necesarios para maniobras de L. V.

Así mismo, la empresa siempre se ha preocupado por reducir el índice de accidentes y atendiendo a la solicitud de la Comisión Mixta Auxiliar de Seguridad e Higiene (C. M. A. S. H.), elaboró y distribuyó una metodología para el trabajo seguro y de calidad, la cual pone énfasis en el cuidado del elemento humano. El resultado final es la confianza plena de que se tiene un control riguroso de todas y cada una de las maniobras a realizar.

Luz y Fuerza esta consciente del gran compromiso que tiene con los usuarios y no se ha cerrado al uso de la más alta tecnología en sus instalaciones para reducir en lo posible el Tiempo de Interrupción al Usuario, es por ello que, de unos años a la fecha, está implementando equipos de seccionamiento (tales como interruptores en

aire, cuchillas de navaja, seccionadores, restauradores, botoneras, etc.) , sobre las líneas de tensión media; además de que se esta implementando, en baja tensión, una protección especial contra robos de energía, denominado sistema blindado de protección, el cual impide que personas no autorizadas se conecten a la red secundaria para no sobrecargar el sistema y tener como consecuencia de ello una disminución o caída de voltaje.

El ritmo vertiginoso con el que sigue creciendo la ciudad de México, así como la zona conurbana, esta haciendo necesario un crecimiento gradual de los sistemas de distribución aérea y, por lo tanto, una fuerte inversión, por parte de Luz y Fuerza, para poder satisfacer una demanda creciente de energía eléctrica por parte de estos usuarios, así mismo, implementar mejoras constantes dentro del departamento de líneas aéreas para seguir cumpliendo con el compromiso de calidad que se tiene con los consumidores.

2. Objetivo

El motivo principal del presente trabajo es el de dar a conocer las actividades que se realizan dentro del departamento de Líneas Aéreas así como la importancia que tiene para la correcta operación del sistema de distribución. El mantenimiento de las líneas aéreas repercute enormemente en tiempo de interrupción del usuario, ya que si estos índices se elevan acarrea una enorme pérdida de recursos para la empresa y para nuestros usuarios. Es por ello que nuestros alimentadores se encuentran en constante monitoreo, para en cuanto se presente un imprevisto tratar de que éste sea relativamente corto en función de la capacidad del personal. De igual manera se esta implementando equipo de seccionamiento de mayor eficiencia para poder aislar la falla de nuestras líneas y darle una atención rápida y oportuna todo esto con el único fin de satisfacer plenamente la demanda de energía eléctrica.

Las labores que realizamos requieren que se estén inyectando constantemente gran cantidad de recursos, pero desgraciadamente el presupuesto asignado es sólo una parte de lo que se necesita, es por ello que nos vemos limitados a lo que nos es proporcionado y esto a veces se refleja en la poca tecnología que se le implementa a la red de distribución, tanto primaria como secundaria, por lo que debemos trabajar con lo que se tiene, es por esta razón que el recurso humano es el elemento más importante con que contamos para salir adelante de esta grave situación.

3. Estructura administrativa de Luz y Fuerza del Centro

Luz y fuerza del centro (L y F), empresa que tiene más de 100 años de fundada, suministra la energía eléctrica, en el centro de la Republica Mexicana, para lo cual se diseñan, construyen, operan y mantienen subestaciones y líneas de transmisión en tensiones de 400 y 230 kV para transmisión y en tensiones de 220, 85 y 23 kV para distribución de la energía eléctrica, con un total de 189 subestaciones convencionales y 32 subestaciones encapsuladas y aisladas en hexafloruro de azufre.

El objetivo principal es proporcionar un servicio de energía eléctrica en condiciones adecuadas de cantidad, calidad, oportunidad, precio y atención al usuario en la zona metropolitana de la Ciudad de México, formada por el Distrito Federal y municipios conurbanos del Estado de México y parte de 3 entidades federativas de los Estados de Hidalgo, Morelos y Puebla.

Esto se logra a través del sistema eléctrico central, del personal que lo opera, del que le da mantenimiento, así como de todos los recursos de apoyo.

La característica principal de esta zona es la alta concentración poblacional, industrial y comercial, aunado a que se atiende la región más importante del país.

El problema se ve agravado debido a la enorme cantidad de servicios fraudulentos ya que si un alimentador había sido diseñado para determinada carga, esta se ve

afectada por un sinnúmero de personas que se conectan de manera ilícita a las líneas de baja tensión, provocando con ello una pérdida considerable de voltaje y perjudicando a quien si se encuentra bien regularizado.

4. Ámbito Geográfico

El área de atención de L y F es de 20 531 km², lo que equivale aproximadamente al 1,04 % de la superficie del país, donde, además se atiende a 5,7 millones de usuarios equivalente aproximadamente al 22% del total de usuarios del país.

Luz y Fuerza satisface el 20% del total de la energía a nivel nacional.

Luz y Fuerza del Centro, suministra el servicio de energía eléctrica a la zona central del país, como son el Distrito Federal, parte de los estados de México, Hidalgo, Morelos y Puebla (fig. 2).



Fig. 2 Zona de atención de Luz y Fuerza.

De acuerdo a la nueva estructura administrativa de la entidad y en particular de la Subdirección de Distribución y Comercialización, la operación y el mantenimiento del sistema de distribución y algunas funciones del Sistema de Distribución y algunas funciones del Sistema Comercial son atendidas por cinco Divisiones: Toluca-Cuernavaca, Pachuca, Norte, Poniente y la División Oriente.

5. Estructura General de Luz y Fuerza del Centro

Dirección General: Es designado por el presidente de los Estados Unidos Mexicanos y representa al Organismo legalmente.

Subdirección de producción: Es el área encargada de la operación y mantenimiento de las centrales generadoras, subestaciones y de la red de transmisión.

Para realizar sus funciones se apoya en las siguientes gerencias:

Gerencia de generación

Entre sus funciones se enumeran las siguientes:

- *Coordinar con la SENER la operación del sistema*
- *Elaborar pronósticos de demanda y energía*
- *Analizar los disturbios*
- *Planear las necesidades de energéticos primarios para centrales generadoras*
- *Operar y controlar subestaciones de potencia, red de transmisión y centrales generadoras*

-
- *Medir y registrar el comportamiento del sistema*
 - *Planear la expansión del sistema en coordinación con la SENER*
 - *Implantar nuevas tecnologías*
 - *Elaborar el presupuesto de inversión y explotación*
 - *Preparar estudios de estabilidad y regulación del Sistema*
 - *Operar el área de control central*
 - *Informar mensualmente a SENER la energía generada, explotada, comprada y vendida*

Gerencia de transmisión y transformación

Entre las funciones de esta Gerencia están las siguientes:

- *Mantener la red de transmisión y las subestaciones de potencia y de distribución*
- *Detectar las necesidades de coordinación, ampliación, y modificación de la red de transmisión y de las subestaciones.*
- *Instalar y mantener el equipo de medición, protección y control.*
- *Instalar, mantener y operar la red de telecomunicaciones.*
- *Analizar los disturbios y fallas.*
- *Elaborar el presupuesto de inversión y explotación.*
- *Preparar estudios previos, otorgamiento de permisos y control del uso temporal*

*de las instalaciones, para la conducción, transformación y entrega de energía
por parte de permisionarios*

Unidad de coordinación administrativa

Sus funciones:

- *Comprar efectos menores*
- *Consolidar la contabilidad*
- *Controlar el presupuesto*
- *Tesorería*
- *Proporcionar servicios de informática y estadística*
- *Consolidar los informes operativos, administrativos y de personal*
- *Apoyar administrativamente el personal de la subdirección*
- *Manejar la nómina*
- *Comisiones mixtas de Operación Industrial*

Subdirección de construcción y servicios

Sus funciones se desarrollan de la siguiente manera:

Se contempla como un área de apoyo a las subdirecciones de Producción y Distribución. Está organizada por residencias de construcción y talleres. Pretende, por un lado separar las funciones sustantivas a la prestación del servicio eléctrico de aquellas que no lo son y crear las condiciones necesarias para poder evaluar a

estas unidades con base en resultados que puedan ser medidos en relación a proveedores externos.

Para desarrollar sus funciones se apoya en:

Gerencia de construcción de edificios y obras de potencia

Sus funciones son:

- *Elaborar ingeniería de detalle de proyectos de edificios y obras de potencia*
- *Adquirir materiales y equipo menor*
- *Ejecutar y controlar obras*
- *Administrar obras*
- *Probar y poner en servicio obras de potencia*
- *Analizar costos y productividad*

Gerencia de construcción de distribución

Se encarga de:

- *Elaborar ingeniería de detalle de proyectos de distribución*
- *Adquirir materiales y equipo*
- *Ejecutar y controlar obras*
- *Administrar obras*
- *Analizar costos y productividad.*

Gerencia de talleres

Sus funciones son entre otras:

- *Fabricar productos de concreto y madera*
- *Fabricar tableros de control*
- *Fabricar herrajes y estructuras*
- *Reparar equipos eléctricos y mecánicos*
- *Reparar equipo automotriz*
- *Análisis de costos y productividad*

Unidad de coordinación administrativa y de servicios

Sus funciones:

- *Apoyar administrativamente a la Subdirección y consolidar sus resultados*
- *Consolidar el presupuesto de las Gerencias*
- *Controlar los presupuestos*
- *Manejar la Nómina*
- *Comisión mixta de Operación Industrial*

Departamento jurídico

Se encarga de:

- *Atender los asuntos contenciosos penales y civiles*
- *Gestionar derechos de vía, permisos y licencias*

Departamento de auditoria

Se encarga entre otras cosas de:

- *Vigilar los procesos administrativos, contables y operativos*

Subdirección técnica

Se maneja como un área principalmente normativa, cuyas funciones comprende la planeación e ingeniería del sistema, la automatización de equipos, procesos y la planeación, desarrollo y normatividad de telecomunicaciones e informática. La estructura para desarrollar sus funciones es la siguiente:

Gerencia de ingeniería

Entre sus funciones esta:

- *Ingeniería básica y normalización de proyectos*
- *Diseñar esquemas de protección*
- *Evaluar nuevos equipos y tecnologías*

Gerencia de planeación

Sus funciones:

- *Planear el sistema eléctrico*
- *Supervisar el correcto desarrollo del programa de obras e inversiones*

Gerencia de aseguramiento de la calidad

Se encarga de las siguientes funciones:

- *Normalizar materiales y equipo*
- *Probar materiales y equipos de laboratorio*
- *Evaluar materiales nuevos*
- *Evaluar y aprobar procesos de fábricas de proveedores*
- *Inspeccionar materiales y equipos*
- *Proteger el medio ambiente*

Gerencia de automatización y telecomunicaciones

Sus funciones son:

- *Seleccionar equipo de informática*
- *Normar el control y medición*
- *Planear la expansión de los sistemas de: Automatización, Informática y Telecomunicaciones*
- *Coordinar las interfases entre sistemas*
- *Preparar estudios de conectividad*
- *Administrar el centro de cómputo*

Subdirección de administración y finanzas

Primordialmente se dedica a normar las operaciones administrativas y financieras de la empresa y a consolidar resultados. La estructura para desarrollar sus funciones es la siguiente:

Gerencia de abastecimientos

Entre otras, sus funciones son:

- *Determinar la normatividad de compras, adquisiciones, negociaciones globales con proveedores, cálculo de precios en pedidos abiertos, tráfico internacional y aseguramiento de bienes, métodos de almacenamiento, sistema de control de existencias y enajenación de bienes e instalaciones no útiles*
- *Coordinar al comité de compras y Comisión Consultiva Mixta de abastecimientos*
- *Desarrollar sistemas de abastecimiento*
- *Promover concursos internacionales para compra de bienes de alto valor*
- *Supervisar la normatividad y control de gestión de abastecimientos*

Gerencia de contabilidad y presupuestos

Le corresponde entre otras cosas:

- *Coordinar la elaboración del presupuesto corporativo*
- *Controlar el presupuesto*

-
- *Normar procedimientos contables*
 - *Desarrollar sistemas de contabilidad*
 - *Consolidar resultados*
 - *Registrar el activo fijo de L y F*
 - *Vigilar la contabilidad de las Subdirecciones*
 - *Supervisar la normatividad y control de gestión de contabilidad*
 - *Normar la elaboración y seguimiento de presupuestos*

Gerencia de Finanzas

Sus funciones:

- *Elaborar la normatividad de la Planeación financiera, la Administración de fondos, de valores y el aseguramiento de bienes muebles e inmuebles*
- *Desarrollar sistemas financieros*
- *Analizar y planear estados financieros*
- *Controlar los créditos y contratos*
- *Pagar y cobrar las operaciones centralizadas*
- *Autorizar programas de tesorería*
- *Establecer las relaciones con instituciones bancarias*

Subdirección de relaciones laborales

Se encarga del personal y la capacitación, así como de las negociaciones con el Sindicato; también se responsabiliza del control del personal corporativo. La estructura para desarrollar sus funciones es la siguiente:

Gerencia de personal

Se encarga de:

- *Controla movimientos de personal*
- *Elabora nómina de personal*
- *Controla en archivo, expedientes del personal*

Gerencia de previsión social

Sus funciones son:

- *Normar la administración con el IMSS*
- *Normar los programas de seguridad e higiene y ecología*
- *Coordinar las Comisiones Mixtas de Operación Industrial*
- *Difundir programas de medicina preventiva y de fomento a la salud*

Unidad de apoyo informativo

- *Elaboración de la nómina, informes administrativos y estudios especiales*
- *Controlar el presupuesto*
- *Investigar y desarrollar sistemas para la Subdirección.*

Subdirección de distribución y comercialización

Se encarga de consolidar los resultados de las divisiones, elaborar normas, supervisar sus actividades, evaluar su desempeño y desarrollar sistemas comunes a todas ellas. En una palabra es la responsable de hacer llegar la energía eléctrica al usuario final.

De ella se desprenden las siguientes Gerencias:

Gerencia de Distribución

Entre sus actividades se encuentran:

- *Norma los procesos de distribución*
- *Supervisa la calidad del suministro de energía*
- *Apoya técnicamente el área de distribución*
- *Consolidar la información operativa de las divisiones*
- *Consolidar los resultados de la electrificación rural*
- *Planeación de la distribución de la energía eléctrica.*

Gerencia comercial

- *Norma el proceso comercial*
- *Diseña y controla parámetros de servicio*
- *Desarrolla sistemas comerciales*
- *Estudia y analiza las tarifas*
- *Consolida la información operativa de las divisiones*
- *Consolida la planeación comercial*

Gerencias divisionales

- *Distribuir la energía eléctrica en forma adecuada*
- *Comercialización*
- *Balance de energía*
- *Control de personal*
- *Capacitar al personal*
- *Seguridad e Higiene*
- *Abastecimientos*
- *Nómina*
- *Presupuestos*
- *Telecomunicaciones*

Departamento de operación de redes de distribución

- *Atender y dirigir las maniobras de Operación de la Redes Aéreas y Subterráneas en condiciones normales*
- *Informar sobre la situación operacional de las Redes de Distribución*
- *Asignar cuadrillas de Líneas Aéreas y Cables para la ejecución y reparación de emergencia*
- *Atender disturbios en el sistema de distribución*
- *Conceder licencias en las instalaciones al personal autorizado*

-
- *Reportar a los departamentos de Líneas Aéreas y Cables las quejas de trabajos mayores*
 - *Analizar el comportamiento del sistema*
 - *Autorizar libranzas para usuarios*
 - *Recibir, tramitar, seleccionar y atender quejas de los usuarios.*

6. Estructura del departamento de líneas aéreas

El departamento de líneas aéreas es sólo un brazo de la Subdirección de Distribución y Comercialización, el cual se encarga de hacer llegar la energía eléctrica al usuario que es el que finalmente le va a dar el uso práctico a esta. Su denominación como tal es “Líneas Aéreas Sección Instalación y Mantenimiento”, es decir, se encarga de instalar o ampliar los alimentadores en 23 kV, así como de darle mantenimiento a toda la red eléctrica.

Para poder abarcar la totalidad de su zona de influencia el departamento de Líneas Aéreas se compone de tres sectores los cuales son: Líneas Aéreas Norte, que además cuenta con el Campamento Marina y que atiende la zona norte y centro de la ciudad; Líneas Aéreas Sur, cuenta con dos campamentos, el Campamento Padierna y el Campamento Cuajimalpa, le corresponde la zona sur y poniente; y el Sector de Pantitlán al que le corresponde la zona oriente del Distrito Federal y parte de los municipios del Estado de México.

En lo que respecta a mi historia laboral la mayor parte de esta la he ejercido en el Campamento Cuajimalpa, adonde llegue siendo ayudante de liniero, pasando por practicante hasta mi puesto actual que es el de liniero “C”.

Básicamente la estructura de líneas aéreas esta regida a base de cuadrillas. En su parte operativa, estas cuadrillas son grupos de trabajo especializados para

desconectar, retirar, reparar, remover e instalar equipos, circuitos en baja y mediana tensión así como materiales, utilizando herramientas y recursos necesarios en cada trabajo, apoyados en el reglamento de operación, procedimientos normalizados de trabajo, normas de seguridad y la metodología para la ejecución segura del trabajo.

Estas cuadrillas o equipos de trabajo desarrollan sus actividades en las diferentes instalaciones energizadas o no energizadas que integran el sistema eléctrico, lo cual significa un riesgo importante al ingresar o entrar en contacto con las actividades a desarrollar en los circuitos de media o baja tensión, es por ello que los integrantes de cada cuadrilla deben encontrarse, tanto física como mentalmente, en condiciones óptimas para evitar en la medida de lo posible accidentes que pueden llegar a ser mortales.

Los principales factores de riesgo son los relacionados con la energía eléctrica y los del entorno en que se desarrollan los trabajos. En la red aérea, los cruzamientos de circuitos en un mismo poste incrementan el grado de dificultad de una maniobra y los niveles de contaminación del entorno que favorecen las características conductoras de electricidad del aire, en estos casos el control de estos riesgos y los existentes se deben contemplar en los procedimientos normalizados de trabajo y en las normas de seguridad correspondientes.

Las Cuadrillas están conformadas por el jefe de cuadrilla que por lo regular es un liniero “A” y que es el encargado de recibir las ordenes de los sobrestantes, que son los que coordinan y planean los trabajos de mantenimiento a los alimentadores, y transmitirlos a su personal para su ejecución; el liniero “C” es el encargado de ejecutar los trabajos en el poste, tanto con línea muerta o desenergizada como con línea viva o con potencial; el practicante, el es el apoyo del liniero “C”, solo debe ejecutar trabajos sin potencial; y finalmente el ayudante se ocupa por tener en orden la herramienta y el material a utilizar, sirve como apoyo al liniero y al practicante.

6.1 Actividades

Es imprescindible que el personal sepa exactamente que labores se van a realizar, por ello antes de que algún integrante se suba al poste se planea cada trabajo. El qué, el cómo, el con qué deben estar pensados particularmente para cada maniobra. Es por esta razón que antes de cada labor se inspecciona de forma general el estado de los postes, ya que son nuestro principal campo de acción.

Es de suma importancia que se inspeccione la base de los postes, en especial de los de acero, esto se hace con un cincel o barreta pequeña para retirar aproximadamente 15 cm. de concreto de la base, posteriormente se golpea con un martillo para verificar que no se encuentre con señales de corrosión u oxidación, ya que esto podría derivar en condiciones inseguras de trabajo.

Cuando se trata de postes de concreto la revisión se realiza ocularmente a lo largo de todo el poste, si se encuentra cuarteado con aberturas mínimas y a consideración de sus superiores se dictamina si es conveniente o no el ascenso.

En caso de que los postes se encuentren desgajados y con las varillas visibles se valora si es necesario que lo sostenga una pluma hidráulica para poder trabajar sin riesgos.

En este departamento se emplean comúnmente dos tipos de postes, unos son los de concreto y los otros son los de acero. Los postes de concreto en su base son octagonales y el herraje se debe instalar a 30 cm. de la punta debido a que las varillas de su interior no llegan hasta esta. Dependiendo de la longitud del poste y de lo que ha de soportar, necesitan enterrarse o empotrarse a cierta profundidad del nivel del piso.

Cada poste con sus dimensiones y características especiales se emplean para cierto tipo de trabajo, por ejemplo, un poste CR-12E, es un poste de Concreto Reforzado de 12 metro de longitud y E = especial. En este vamos a encontrar, ya sean transformadores o equipo de seccionamiento (seccionadores, restauradores, etc.).

Se denomina especial por la capacidad de equipo que va a soportar.

Los postes A-14 por su elevada longitud, son empleados para elevar a gran altura las líneas de 23 kV, para librar puentes peatonales o en algunos casos distribuidores viales.

O por ejemplo, los CR-6 los empleamos para sostener postes CR-12 en deflexiones o remates de línea.

A continuación se muestran las características de los postes tanto los de concreto como los de acero y lo que significa sus siglas.

Postes de Concreto:

POSTE	EMPOTRAMIENTO (MTS)	CAPAS DE PIEDRA	PESO (KG)	EMPLEO	CARGA DE RUPTURA
CR-6	1.80	4	475	Retenida	1100 Kg
CR-9	1.60	3 a 4	750	BT y AP	500 Kg
CR-12	1.70	4	1100	BT y MT	750 Kg
CR-12M	1.80	4	1440	Equipo	1140 Kg
CR-14	1.80	4	1150	Media Tensión	700 Kg
CR-12E	1.80	4	1342	Equipo	1475 Kg
CR-14E	1.80	4	1420	Equipo	1475 Kg

Postes de Acero:

POSTE	EMPOTRAMIENTO	CAPAS	PESO	EMPLEO
13 X 26 TC	2.30 mts	4	450 Kg	Remates, derivaciones
14 X 33 TC	2.40 mts	4	495 Kg	P/ Equipo
15 X 33 TC	2.50 mts	4	650 Kg	Atravesar puentes
17 X 33 TC	2.60 mts	4	720 Kg	Atravesar puentes

C = Concreto

A = Acero

R = Reforzado

13 = Longitud del poste en mts.

E = Especial

26 = Diámetro de la base cm.

M = Macizo

TC = Tronco Cónico

Para instalar un poste nuevo, es por que el anterior ya se encuentra en muy mal estado o sufrió un choque automovilístico y quedo demasiado dañado; antes de retirar las líneas se para el poste sustituto. Se hace el hoyo a 2 metros aproximadamente de donde se encuentra el poste a retirar, la herramienta utilizada es, una barreta de 2.5 mts. de longitud, una pala y de ser necesario un mazo, ya que en la mayoría de la zona hay banquetas las que hay que abrir antes de proceder a usar la barreta. El diámetro es entre 60 y 70 cm. para que pueda entrar el poste y la piedra braza que se emplea en aprisionar este. Se eleva el poste con la ayuda de una grúa hidráulica, se centra en el hoyo y se mantiene sostenido hasta que se apisone la última capa de piedra. Posteriormente se le instala el herraje necesario para que quede tal como el poste que se ha de retirar. Una vez que se ha instalado todo el herraje, así como los conductores se retira el poste dañado.

6.2 Conductores Empleados

Uno de los elementos del diseño y construcción de obras, ya sean urbanas, industriales, comerciales o domésticas lo constituye la instalación eléctrica, misma que provee los medios necesarios para la alimentación de la energía y las interconexiones requeridas en fuerza motriz, alumbrado, control y comunicaciones, está instalación incluye a los conductores eléctricos como parte

importante del equipo. Estos pueden ser de tipos diferentes para usarse en proporciones que varían de acuerdo a la instalación específica.

Los conductores son parte de la materia de trabajo dentro de Líneas Aéreas, por lo que se cuenta con diferentes tipos, para cada instalación que se proyecta, es por ello que se tiene cierta diversidad en cuanto a instalaciones eléctricas. El diseño de estas instalaciones en cuanto a conductores se refiere, se comprenderá mejor si se tiene una idea clara de los factores que intervienen en el diseño y funcionamiento de los conductores eléctricos, además hay que asegurarse que se especifique e instale el cable adecuado para poder cumplir con los requisitos que impone la operación como son: regulaciones del tipo legal, los impuestos por la seguridad en la aplicación específica, entre otros.

Un cable simple de bajo voltaje para potencia está constituido por dos elementos como son: el conductor y el aislamiento. En voltaje medio, los cables tienen una construcción más compleja debido a que los fenómenos eléctricos son más críticos en grandes tensiones.

Como se sabe, el conductor es el principal de los elementos con que cuenta un cable, en cuyo diseño es necesario considerar cuatro factores básicos: material, flexibilidad, forma y calibre.

El primer factor, se refiere a los materiales que lo constituyen, generalmente el cobre se usa en temple suave y en algunos casos semiduro, debido a que el temple afecta la conductibilidad.

Con miras a la conductibilidad eléctrica, se suele escoger el cobre de la máxima pureza, pues es el que tiene la mínima resistencia específica. El contenido de cobre puro debe ser del orden del 99.9%, es decir las impurezas nunca deben llegar al 0.1%. En estas condiciones, la conductibilidad del cobre comercial es ligeramente inferior al de la plata; y muy superior a la del aluminio, que es el que le sigue en conductibilidad.

La flexibilidad, por su parte, está determinada por el manejo que tiene que soportar el cable, tanto en su instalación como en su operación, de tal manera que para dar al conductor la flexibilidad deseada, se requiere el temple del material, principalmente en su construcción, ya que dentro de éste, el número de hilos es un componente determinante del que depende la flexibilidad.

Otro de los factores es la forma, las más comunes son construcciones en forma de cables y alambres, mientras que el alambre es un conductor unifilar, sólido, cilíndrico generalmente y su uso esta limitado a secciones pequeñas debido a su rigidez. En los cables existen varias formas de construir conductores, los más comunes son cableados concéntricos y concéntrico compacto.

El último factor que se considera para el diseño de un conductor es el calibre, el cuál está relacionado con la capacidad de la corriente que manejará el cable. En cuanto al calibre, los alambres, cables de cobre y aluminio son fabricados en calibres comerciales que según el calibrador de que se trate puede ser alguno de los siguientes AWG, MCM o mm², se selecciona el conductor que tenga la capacidad requerida para cada uno de las instalaciones diseñadas.

En general, el aluminio está desplazando al cobre en su empleo como conductor, y ello se basa en las siguientes razones:

- 1. Menor peso a igualdad de resistencia eléctrica y longitud*
- 2. Resistencia a la corrosión*
- 3. Economía*
- 4. Facilidad de fabricación*
- 5. Magnetismo*
- 6. Resistencia a la tracción*

De todas ellas la principal es, desde luego, la economía. Con los precios normales del mercado, el conductor de aluminio con alma de acero, llamado ACSR, es más barato que el equivalente de cobre. Además a igualdad de conductibilidad, el ACSR es un 50 % más resistente y un 20 % más ligero, con lo que puede trabajarse con flechas menores. En la práctica, esta ventaja se aprovecha para aumentar los claros interpostales, o sea, para disminuir el número de postes.

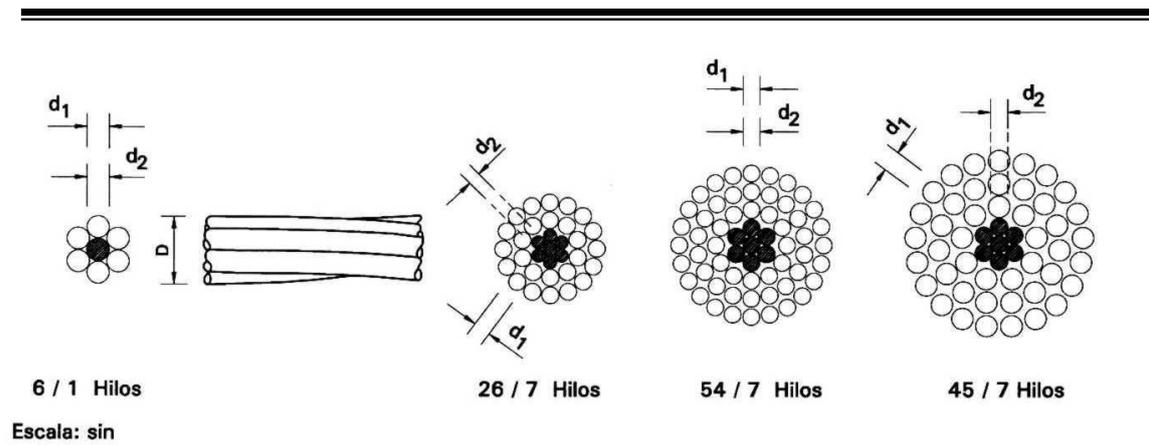


Fig. 3 Cable ACSR (Cable de Aluminio con alma de Acero) calibres # 2 y 1/0

Los conductores más usados para tensión media son los siguientes:

Para la salida de las subestaciones y empleado en los alimentadores que salen de ella, se emplean calibres gruesos como lo es el cable Ald-336 que significa Aluminio desnudo calibre 336; para los ramales empleamos el cable Ald-1/0, cuando algunas veces, en zonas demasiado arboladas, como las que se tienen en la zona de Cuajimalpa se emplean estos mismos conductores sólo que con la característica de que son semiaislados (Fig. 4) para evitar disturbios que afecten la continuidad del servicio.

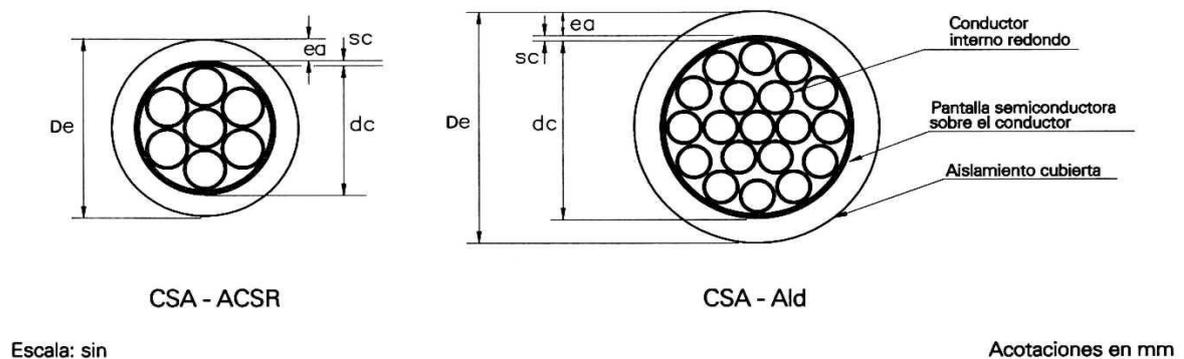


Fig. 4 Cable Semiaislado ACSR y Ald

En cuanto a la baja tensión se emplea el cable BMCu 3 x 1/0 a la salida de los transformadores, esto en los primeros dos tramos. Después de estos se puede usar cable BMCu 3 x 4 (Fig. 5)

B = Baja tensión

M = Mensajero

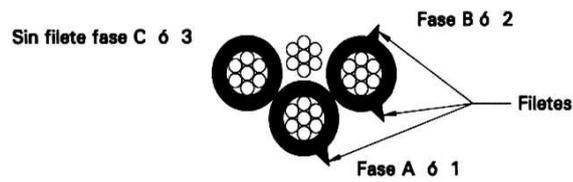
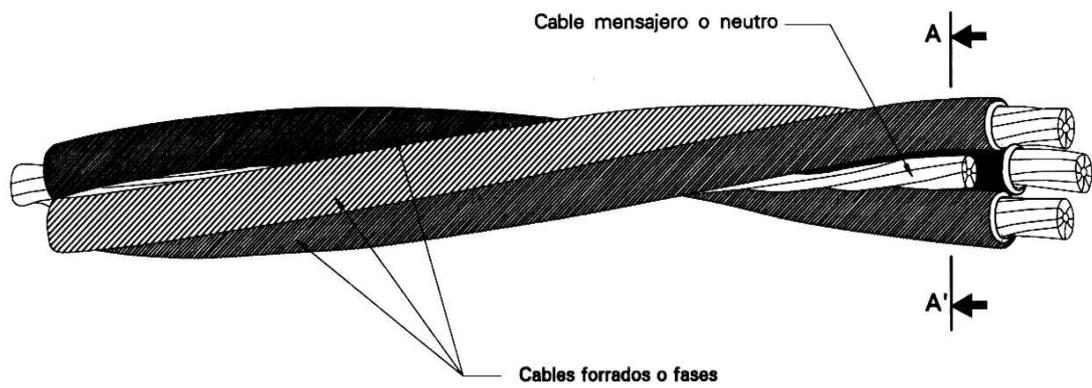
Cu = Cobre

3 X 1/0 = Significa que posee tres conductores forrados (fases) de 1/0 AWG (53.48 mm² secc. transv.) y un conductor desnudo del mismo calibre; 3 X 4 que se lee: Tres conductores forrados del número 4 AWG (21.15 mm² secc. transv.) y un conductor desnudo del mismo calibre.

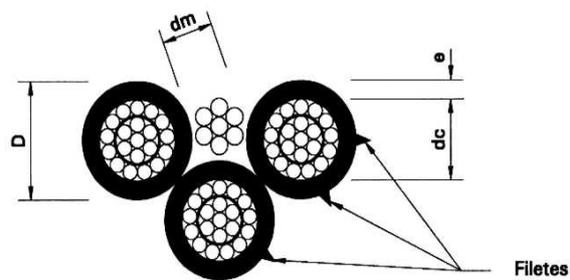
Aislamiento de los conductores

Debido a los efectos eléctricos y a la baja tensión, el aislamiento de los cables consiste simplemente en una capa de material dieléctrico que tiene como funciones, además de aislar el conductor, la de servir como cubierta protectora y por lo tanto, resistir factores mecánicos como la compresión, corte, abrasión, resistencia a la intemperie y humedad, agentes químicos, ya sean solventes, grasa, álcalis, además estabilidad térmica para resistir la temperatura del conductor en operación, entre otros.

Es conveniente que los aislamientos tengan: alta rigidez dieléctrica, alta constante de resistencia de aislamiento y baja constante dieléctrica.



Cable BM Cu 3 x 4



Cable BM Cu 3 x 1/0

CORTE A - A'

Escala: sin

Acotaciones en mm

Fig. 5 Cable BMCu. Conductor usado para la baja tensión, desde la salida del transformador. Los tres conductores forrados son las fases y el desnudo el neutro. Los filetes indican la fase: el que tiene un filete es la fase 1, con dos filetes fase 2 y sin filete fase 3.

6.3 Arco eléctrico, Distancias mínimas.

Arco eléctrico: el aire forma parte del entorno al desarrollar los trabajos, pero sucede que este se vuelve conductor de energía eléctrica cuando se ioniza, es decir que adquiere cargas eléctricas negativas o positivas, de tal manera que ante condiciones atmosféricas específicas de humedad, temperatura y contaminación, permite el paso de una corriente a través de él, por medio de un arco eléctrico entre dos puntos de diferente potencial.

El ejemplo más común se puede observar en la naturaleza con las descargas atmosféricas en temporada de lluvias, donde el aire adquiere características de conductor debido a la humedad. Un fenómeno similar ocurre cuando por alguna razón el aire, en la proximidad de un conductor en alta tensión, se ioniza de tal manera que se establece una circulación de corriente a través de un arco eléctrico entre dicho conductor y algún cuerpo próximo a este a un nivel de voltaje inferior, dicho cuerpo puede ser un trabajador o algún equipo o herramienta que se este operando. Los factores que favorecen la ionización del aire volviéndolo conductor, son principalmente los siguientes:

- a) *Reducción de la distancia de norma. Considerada segura entre partes energizadas o de éstas a tierra.*
- b) *La lluvia o la humedad. Debido a que el agua es un elemento conductor de electricidad que facilita la formación del arco eléctrico.*

-
- c) *La contaminación ambiental. Compuesta entre otros por humos, vapores, gases, polvos, etc., que al estar presentes en el aire o al impregnarse en los dispositivos que son utilizados como aisladores, modifican sus características de diseño, favoreciendo la formación del arco eléctrico en el aire o causando fugas de corriente por la superficie de los aisladores.*
- d) *Incremento transitorio de valores de voltaje. Por la operación de equipos de alta tensión, descargas atmosféricas o por falla de corto circuito en el sistema eléctrico, por lo anterior, es muy importante distinguir aquellos materiales que conducen la energía eléctrica y los que no.*
- e) *Factores ambientales. Es importante conocer el tipo, diseño y características de las instalaciones que integran el sistema eléctrico a fin de evitar que se cometan errores por desconocimiento, ya que esto ocasionaría la violación de los límites de seguridad con actos inseguros, cuya consecuencia inevitable sería un accidente.*

Distancias eléctricas mínimas de seguridad

Se debe tomar en cuenta la seguridad del personal que desarrolla trabajos en la proximidad de las líneas aéreas de los circuitos de distribución.

Las distancias de seguridad en instalaciones abiertas entre las partes energizadas y el piso están dadas por la Norma Instrucción 3.0026 de Luz y Fuerza, para el caso de maniobras con movimientos de material y equipos cercanos a partes energizadas bajo los derechos de vía, el equipo con el que se efectúa la maniobra deberá operar a una distancia mínima de 3.80 m, respecto a los conductores de 6, 13.2, ó 23 Kv y a 3.20m los de baja tensión.

Es de extrema importancia la distancia adecuada entre el trabajador y los conductores energizados, habrá máxima protección sólo cuando se respeten estas distancias, de la parte más próxima del cuerpo del trabajador al conductor energizado.

6.4 Transformadores

Los transformadores de distribución constituyen el elemento más caro de toda la red, y es por ello que en su cálculo deben extremarse todas las precauciones.

En general, conviene hacerlos trabajar ligeramente sobrecargados, pues constituyen una inversión costosa que debe aprovecharse al máximo que, por ningún motivo conviene mantener ociosa. No es necesario prever aumentos de carga, pues su instalación es muy rápida y sencilla y siempre habrá tiempo para instalar un nuevo transformador que alivie su carga, o bien reemplazarlo por uno mayor.

Lo que si conviene es calcular con el máximo cuidado las capacidades a normalizar. Por cada densidad de carga debe existir un valor óptimo que relacione la capacidad de los transformadores con el espaciamiento de los mismos, es decir, para una regulación dada, con un calibre determinado en las líneas de distribución. En este análisis económico deben hacerse intervenir las inversiones iniciales, las amortizaciones, las pérdidas, los valores de rescate, los gastos de maniobra y de mantenimiento, etc.

Para las densidades que suele haber en la Ciudad de México con zonas de líneas aéreas, la Compañía ha seleccionado las capacidades de 75 kV (fig. 6), 112.5 kV y 150 kV, sin que esta selección se haya basado, que sepamos nosotros, en un cálculo económico muy riguroso. Creemos que este análisis esta por hacerse y que debe hacerse. Eventualmente se usan además transformadores de 45 KVA y de 225 KVA.

Aunque trabajen con sectores separados eléctricamente unos de otros es conveniente que todos los transformadores instalados en la red posean la misma rotación de fase, pues son muy frecuentes los cambios en los sectores de los transformadores, de tal manera que muchos tramos de línea que originalmente pertenecían a un transformador, pasen a otro, si ese otro transformador tuviese otra secuencia de fases, los motores trifásicos conectados a los tramos de la línea cambiada, girarían al revés.

SOLO PARA MANTENIMIENTO

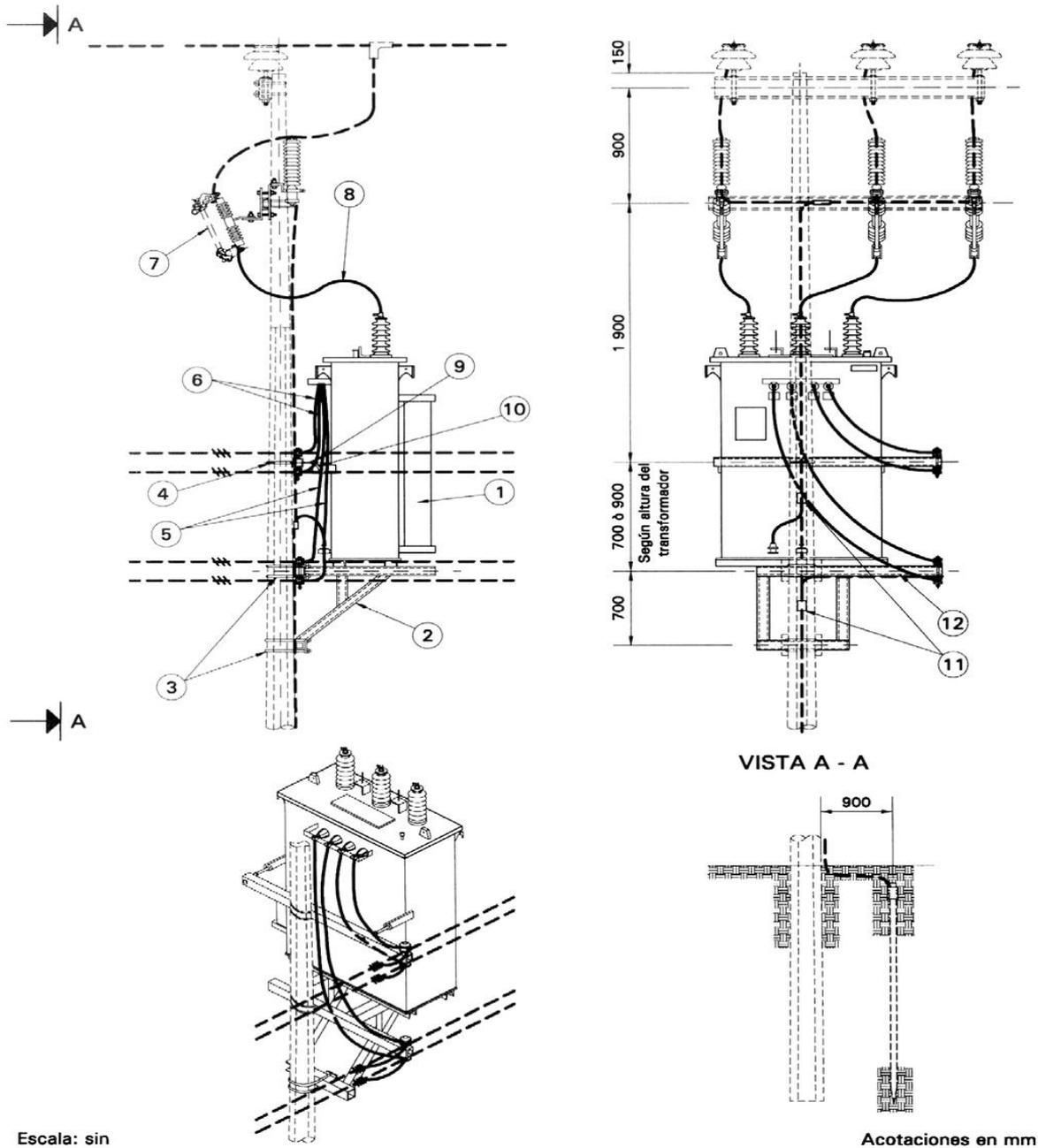


Fig. 6 Transformador de 75 KVA

CARACTERISTICAS:

Ref	NOMBRE	NORMA LyF	UNIDAD	CANTIDAD
1	Transformador trifásico tipo poste 23 BT-75 ó transformador trifásico tipo poste 23 X 6 BT-75	2.0229	pza	1
2	Plataforma transformador poste	2.0509	pza	1
3	Abrazadera 10 U	2.0509	pza	1
4	Abrazadera 9 U 23	2.0058	pza	3
5	Cable guía transformador 1/0 L	2.0570*	pza	2
6	Cable guía transformador 1/0 C	2.0570	pza	2
7	Eslabón fusible K3 (tipo K para 23 kV) ó Eslabón fusible K8 (tipo K para 6 kV)	2.0135	pza	3
8	Alambre Cud 4	2.0075	m	10
9	Tornillo ojo 16 x 102	2.0188	pza	2
10	Cable acero galvanizado 5/16	2.0090	m	3
11	Conector canal 1/0 – 1/0 Cu	2.0107	pza	1
12	Cable Cud 1/0	2.0102	m	3

USO:

Instalado en Poste CR-12E con montajes: Tierra poste C, Apartarrayos cortacircuito fusible 23, paso 23, BT 1 ó BT 3; transforma la energía de redes primarias de 23 ó 6 kV a 220 V entre fases y 127 V al neutro para alimentar redes y servicios de baja tensión.

CLAVE DEL NOMBRE:

23 = 23 000 volts.

BT = Baja tensión

75 = 75 kVA (capacidad nominal del transformador)

PTR = Perfil Tubular Rectangular (material de la plataforma)

Los transformadores de distribución no se protegen contra sobrecarga. Su única protección es contra corrientes de falla y se proporciona mediante fusibles en el primario.

Dadas las peculiaridades de las líneas de la Compañía, todos los transformadores de distribución que se usan, son transformadores trifásicos. La conexión es delta en el primario y estrella en el secundario.

6.5 Fusibles

El fusible es la protección más sencilla y barata contra las corrientes excesivas. Se emplean fusibles de cartucho, completamente cerrado en que el verdadero fusible va encerrado en un cilindro de material incombustible, con casquillos metálicos en sus extremos, y relleno de un polvo inflamable u otra sustancia especial. Los fusibles de cartucho están preparados para resistir las intensas corrientes de falla que pueden presentarse en las líneas primarias, sin que se produzca explosión ni arco al exterior. La capacidad de ruptura del fusible debe ser suficientemente alta para la corriente de corto circuito, solo si esta fuera superior a lo que puede soportar, los fusibles con sus cubiertas de porcelana pueden quedar completamente destruidos. La inalterabilidad de los fusibles de cartucho asegura que las características del fusible se conservan durante toda su vida.

Los fusibles se calculan para soportar hasta 2.5 ò 3 veces la corriente normal del transformador, pues si se seleccionaran para un 50 %, se prescribe para las protecciones por sobrecarga, habría que destinar demasiado personal únicamente para el reemplazo de fusibles, pues se botarían constantemente.

Esto quiere decir que la carga de los transformadores debe vigilarse mediante pruebas periódicas. Sin embargo, dado que el número de estos transformadores es enorme (nuestra empresa tiene ya unos 20 mil), no es posible probarlos dos veces al año, como sería recomendable. En muchos países se ha estudiado la posibilidad de determinar la carga del transformador a partir de la suma de los consumos de los servicios que suministra. Estos consumos nunca dejan de tomarse, pues en ellos se basa la facturación al cliente. Sería necesario un inventario muy riguroso de servicios por transformador, teniendo que mantenerlo al día y, además, sería necesario establecer la relación de Kwh consumidos con el valor de la demanda máxima de cada servicio, valor éste de lo más aleatorio y muy rebelde a dejarse encerrar en una formula empírica. Los intentos, sin embargo, se han realizado y algunas empresas declaran haber alcanzado una solución satisfactoria.

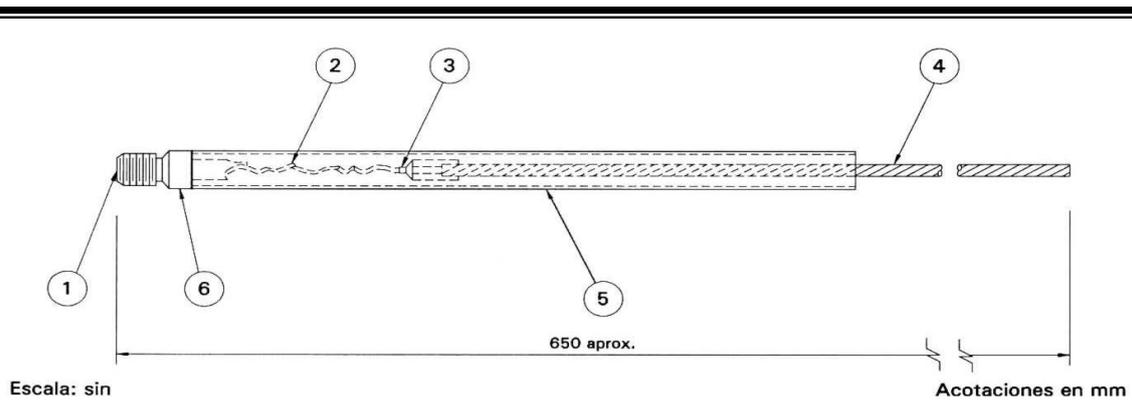


Fig. 7 Eslabón fusible tipo K

Ref.	Nombre	Descripción
1	Cabeza del eslabón	Debe tener recubrimiento electrolítico de plata.
2	Elemento fusible	Con periodo de fusión corto y punto de fusión a 960°C.
3	Terminal inferior	Debe servir para sujetar al eslabón fusible y su alambre tensor con el cable flexible.
4	Cable flexible de cobre	Debe ser torcido con recubrimiento de estaño y de un calibre adecuado.
5	Tubo protector	De alta resistencia mecánica y con revestimiento interior para extinción del arco, servicio intemperie.
6	Terminal superior	Debe estar marcada de acuerdo al eslabón fusible.

Colocado dentro del porta fusible de los cortocircuitos fusible D 6110 ó 23112 seleccionado de acuerdo a la tabla, protege el transformador y servicios de 6 000 ó 23 000 V, cuando circulan corrientes mayores a las permitidas para cada tipo de fusible y corrientes de cortocircuito de 12 000 A asimétricos, máximo considerando un factor de asimetría de 1,5.

6 000 V				23 000 V *	
kVA del Transf.	Eslabón fusible	kVA del Transf.	Eslabón fusible	kVA del Transf.	Eslabón fusible
5	K2	75	K12	45	k2
10	K2	100	K15	75	k3
15	K2	112,5	K15	112,5	k5
20	K3	150	K20	150	k6
25	K3	200	K25	225	k10
30	K5	225	K30	300	k12
37,5	K6	300	k40	500	k20
45	K8	500	K65		

6.6 Maniobra de detección de potencial para trabajos de Mantenimiento

Dentro de las actividades del desarrollo de un mantenimiento preventivo y correctivo se hace necesario contar con nuevas técnicas que al ser desarrolladas se efectúen con pruebas que verdaderamente diagnostiquen la ausencia de potencial, tal es el caso de la maniobra de detección de potencial en redes de distribución aérea.

Esta maniobra se pone en práctica en atención a los disturbios y licencias, en los cuales hay necesidad de verificar la ausencia de potencial para no poner en riesgo al personal que le dará mantenimiento al alimentador en cuestión.

Primero aclaremos lo que es un disturbio. Un disturbio es un suceso que afecta al ó los alimentadores en su continuidad de servicio y este puede ser causado por el contacto o la caída de ramas de árboles en las líneas de distribución, el choque de autos contra postes, trabajos en la vía pública que afecten las líneas o simplemente por gente que arroja objetos extraños en la líneas (alambres, papalotes, etc.) y cruzan o interconectan los cables.

Por su parte las “Licencias” son trabajos de mantenimiento que se realizan para evitar futuros disturbios o simplemente para ampliar la longitud de un alimentador, o ya sea que se instale equipo de seccionamiento.

Licencia

Supongamos que se va a realizar una Licencia.

Primero, los sobrestantes se encargan de inspeccionar alimentador por alimentador para realizar un levantamiento de las zonas donde es necesario su mantenimiento, realizan una planificación de los trabajos a realizar y lo comunican por escrito a operación redes de distribución, que es donde controlan toda la red de distribución de Luz y Fuerza. Una vez programada la licencia se prepara al personal para trabajarla estratégicamente.

El día de la licencia el sobrestante encargado de ella se comunica con el operador para pedirle que retire el potencial de tal punto a tal punto, para poder llevar a cabo los trabajos. Una vez hecho esto se pide a una cuadrilla que verifique que en realidad no exista dicho potencial.

El aparato con el cual verificamos ausencia de potencial se denomina “detector sonoro”; este equipo es empotrado a un bastón denominado “bastón universal”, el cual esta hecho de fibra de vidrio y, por tanto, es dieléctrico. Una vez preparado el detector, el Liniero “C” se coloca a una distancia de aproximadamente tres metros de las líneas de media tensión y acerca el detector a cada una de ellas, si este “emite un sonido agudo”, significa que existe potencial, en caso contrario se procede a trabajar sin riesgo.

Como se mencionó anteriormente, la seguridad es algo en lo que no se debe escatimar, por esta razón, también se colocan tierras físicas o tierras “S” (fig. 8) en los extremos de la zona donde se trabajara y en cada una de las fases, para evitar que pudiese generar un arco eléctrico hacia esta.

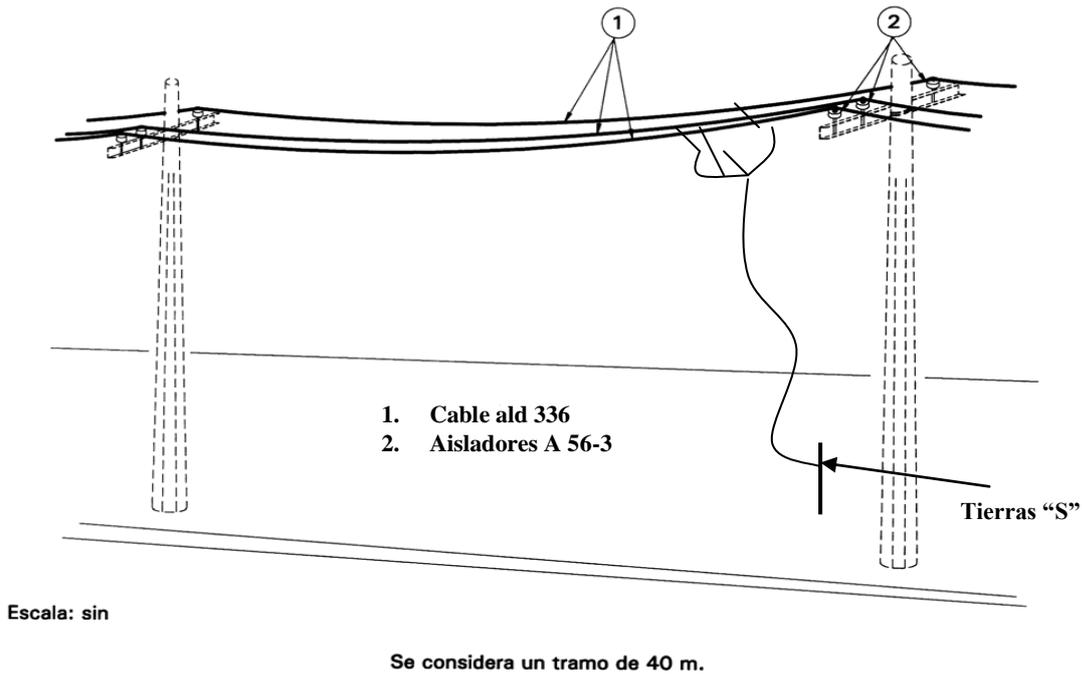


Fig. 8 Protegiendo zona de trabajo con sistemas de Tierras “S”.

El objetivo del uso de las tierras “S” es que una vez colocadas en una línea de licencia sirve para proteger al personal que trabaja en ella, contra accidentes ocasionados por cruzamientos, contactos o inducción por otras líneas o por descargas atmosféricas.

Es obligatorio el uso de las tierras “S” en todo lugar en donde se trabaje con licencias, siempre se usan las tierras en ambos lados del poste a unos 40 mts o al siguiente poste del lugar donde se encuentre el primero y el último trabajador.

Además estas tierras “S” tienen un cable de aproximadamente 20 metros, el cual se conecta a una varilla coperwelld clavada a 1.80 m. del suelo.

Una vez que los trabajos programados han sido concluidos se retira a todo el personal así como el equipo de protección para posteriormente comunicarle al operador que las labores de mantenimiento han sido concluidas en tiempo y forma para que él pueda normalizar el potencial en dicho alimentador.

6.7 Maniobra de prueba de transformadores de distribución.

Para probar transformadores antes de conectar sus guías a la carga se utiliza una lámpara de pruebas (Fig. 9), confirmando ausencia de potencial de alto voltaje a través de las boquillas de baja tensión.

La lámpara proporciona dos opciones de prueba, las que deberán hacerse invariablemente de la siguiente manera:

Prueba a 127 volts

- Se coloca el selector de pruebas en la posición de 127 volts Fig. 9.

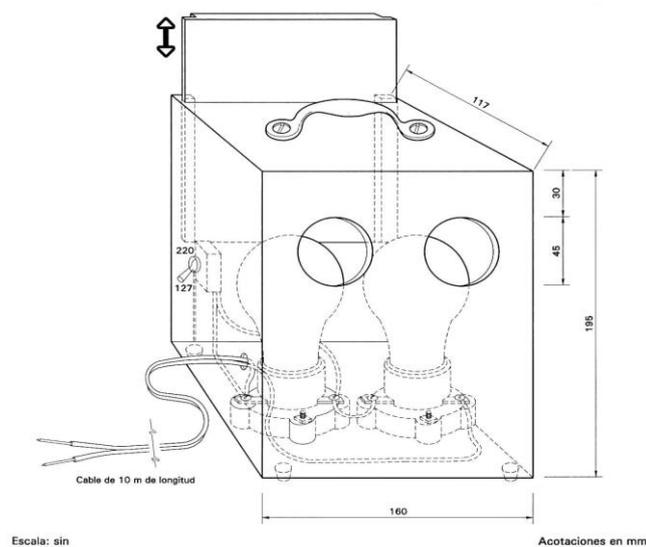


Fig. 9 Lámpara de pruebas.

- Las guías de baja tensión del transformador deben estar desconectadas de la red de baja tensión. Fig. 10.

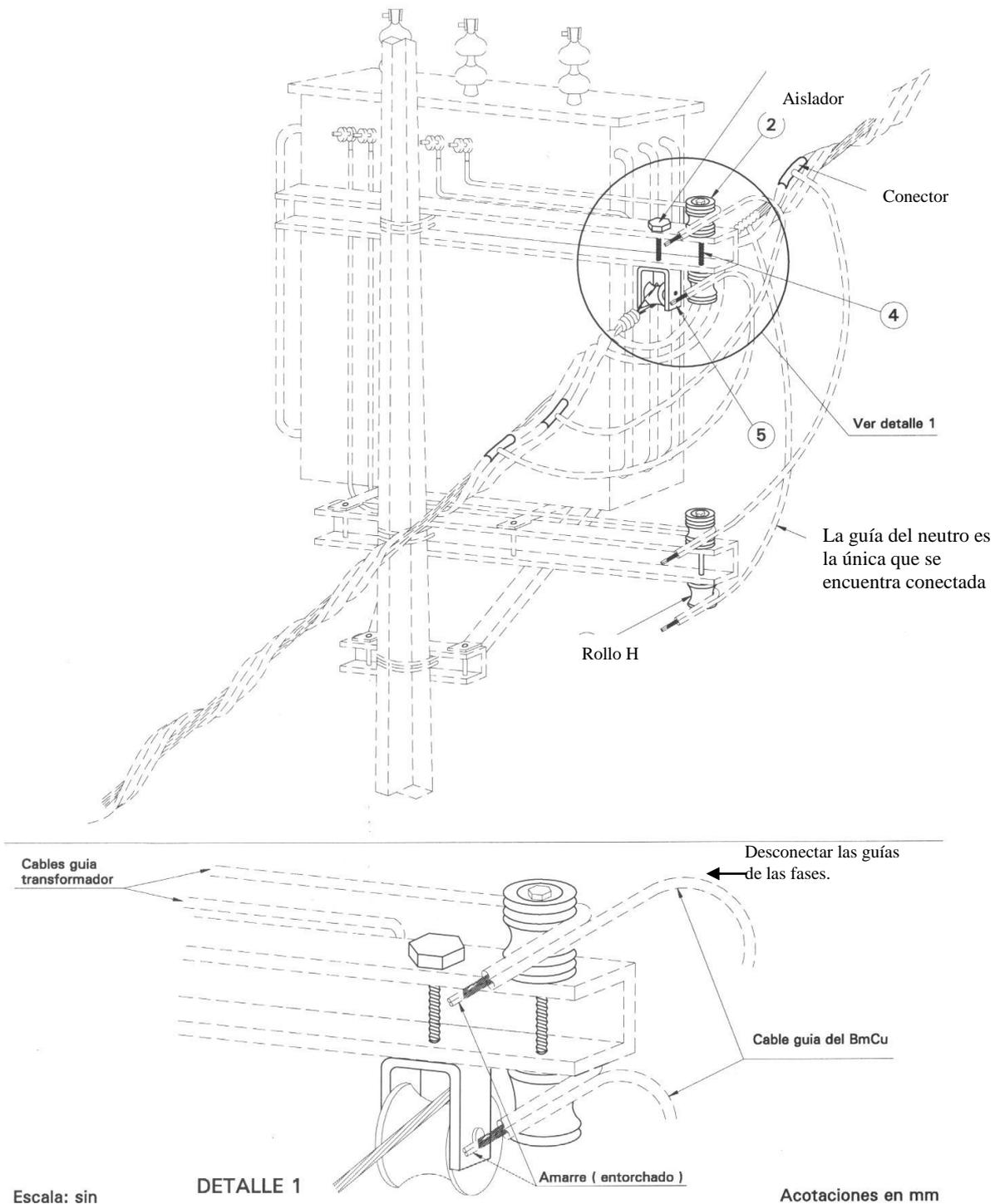


Fig. 10 Detalle de conexión de las guías del transformador a la red de baja tensión.

- La boquilla X_0 debe estar conectada a la red de baja tensión y el transformador correctamente aterrizado. Fig. 10.
- Los fusibles de alta tensión deben estar desconectados. Ver Fig. 11.
- Se fija la lámpara de pruebas de tal modo que sin tocarla se pueda ver como encienden los focos.
- Se conecta el caimán negro en la boquilla X_0 .

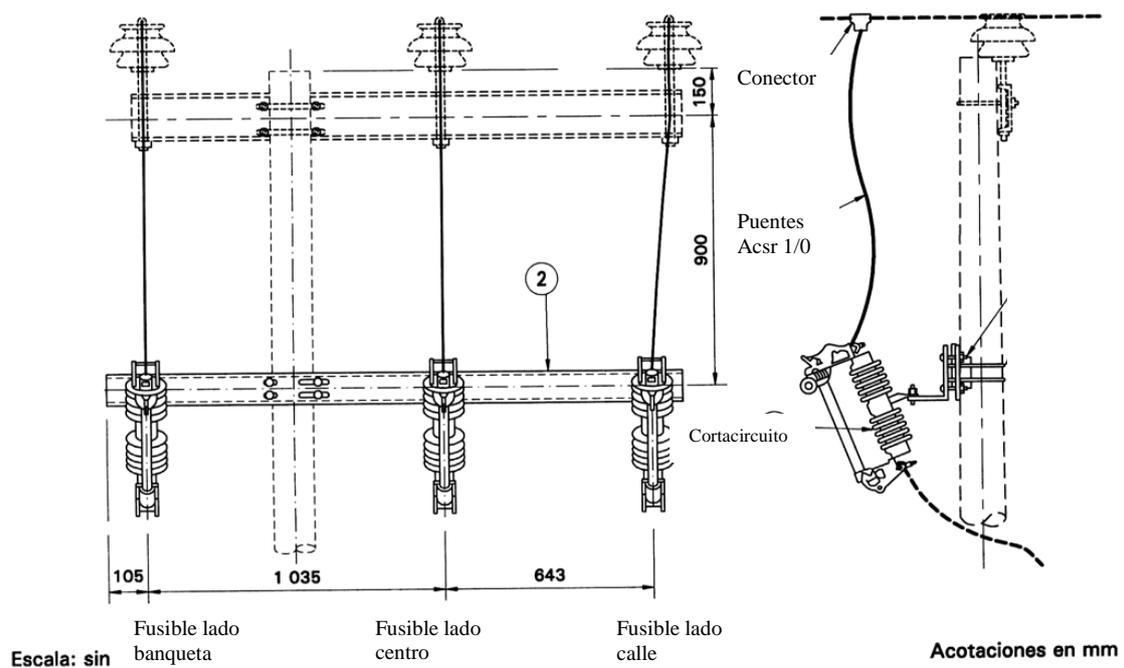


Fig. 11 Los Fusibles desconectados.

- Se conectan los tres caimanes rojos de la lámpara de pruebas en las guías X_1 , X_2 y X_3 indistintamente.
- Se cierran los fusibles de 23 kV, primero lado calle, luego lado banquetta y finalmente lado centro.

-
- **Comprobar que los focos estén encendidos, si algún foco se daña, ¡ALERTA! , el voltaje de salida es mayor que el normal.**
 - **Si los focos tienen intensidad normal, el transformador puede conectarse.**
 - **Desconectar los caimanes de la lámpara de pruebas y proceder a conectar las guías de baja tensión.**
 - **Esta misma prueba se puede realizar, en lugar de la lámpara de pruebas con un voltímetro y su medición en las boquillas de baja debe ser de 127 V más menos un 10 % de tolerancia.**

Prueba de 220 volts

Si se desea probar a una tensión de 220 volts se procede del siguiente modo:

- **Se conectan los caimanes rojos de la lámpara de pruebas a las guías X₁, X₂, y X₃ y el negro en la guía X₀.**
- **Se coloca el selector de prueba en la posición de 220 volts. Si la prueba es correcta deberán encender los tres focos.**

Prueba de ausencia o presencia de potencial a la salida del transformador sin carga (en vacío).

Las pruebas que se hicieron en la red de baja tensión con la lámpara de pruebas 127/220 Volts, se efectúan exactamente de la misma manera en el transformador, se puede hacer directamente en las boquillas de baja tensión del transformador o al final de las guías del mismo.

6.8 Procedimiento para comprobar si la línea de baja tensión tiene regreso.

Estando ubicado en el transformador y con las guías del mismo sin estar conectadas a la red de baja tensión, pero si conectado al la línea de 23 kV, lógicamente que el transformador estará trabajando en vacío, se procede de la siguiente manera:

Se conecta una guía del transformador a la red de baja tensión (normalmente es la fase tres) se observa cuidadosamente si se presenta calentamiento en la línea de baja tensión (cable Cud 1/0), si no existe tal no hay problema, si se calienta significa que puede estar cruzado en sus embobinados y hay que desconectar la guía inmediatamente o con el calentamiento se colgarán nuestras líneas.

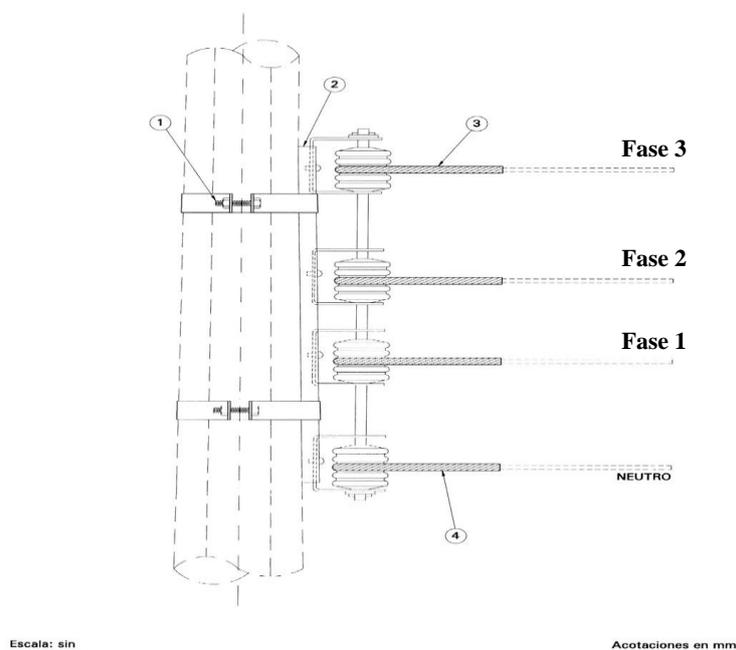


Fig. 12 Detalle de la red de baja tensión.

En el caso de que ya este conectada la guía en la fase tres de la línea de baja tensión, entonces con la lámpara de pruebas y con su interruptor en 127 volts se conecta una punta de la lámpara al neutro de la red y con la otra punta de la lámpara se hace contacto a cualquiera de las otras dos fases de la red de baja tensión, si llegará a encender la lámpara esto quiere decir que se encuentran cruzadas las fases, en caso de no encender la lámpara con toda la confianza procedemos a conectar la siguiente guía, se repite el procedimiento para la siguiente fase que aún no esta conectada.

6.9 Fallas más comunes en la red de Distribución Aérea (23 kV, tensión media y baja tensión 127/220)

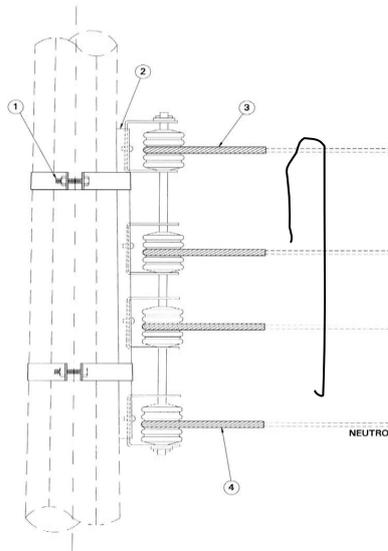
Generalmente el tipo de fallas más recurrentes dentro del departamento de Líneas aéreas son las siguientes:

Cruzamiento entre fase y neutro (fig. 13)

Cruzamiento entre fases (fig.14)

Ausencia de una fase

Ausencia del hilo neutro (fig. 15)



Escala: sin

Acotaciones en mm

Fig. 13 Cruzamiento entre fase y neutro en baja tensión. Vandalismo.

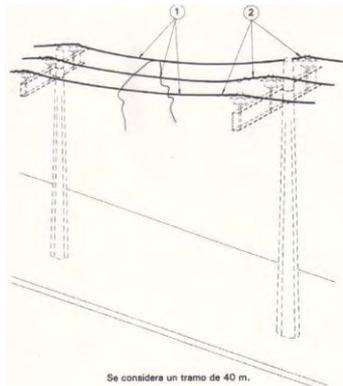


Fig. 14 Cruzamiento entre fases en media tensión. Vandalismo.

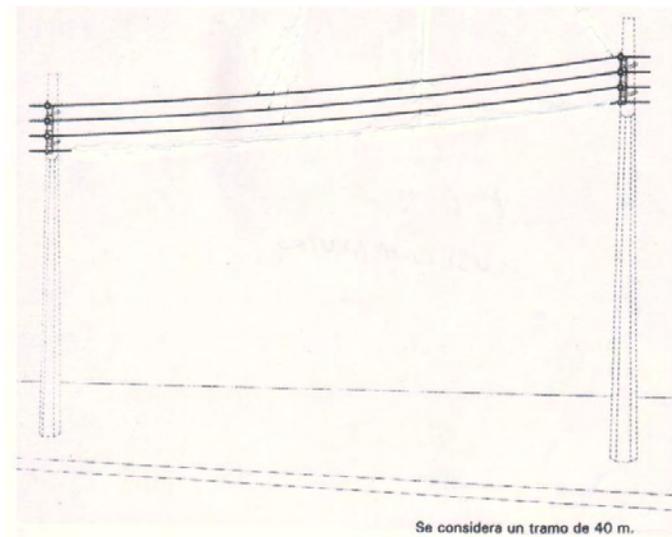


Fig. 15. Ausencia del hilo neutro. Robo.

En la red de distribución de mediana tensión (23 kv), el mal estado de los aisladores, además de contaminación ambiental, puede provocar el contacto entre fase y tierra a través de una cruceta y el poste, esto es por que se rompe la rigidez dieléctrica del aislador (fig. 16); esta anomalía generalmente se presenta en temporada de lluvias o humedad ambiental como la que se presenta en la zona de influencia de líneas aéreas campamento Cuajimalpa, ya que presenta zonas demasiado altas y arboladas como lo es el Desierto de los Leones, el Valle de las Monjas, la zona del Monte de la Cruces, la parte alta de Vista Hermosa, etc., lo que facilita la liberación del potencial eléctrico a tierra. La repercusión de esta falla es que el transformador trabaja de forma irregular, debido a que recibirá una de las tres fases con inferior tensión a la forma nominal, originando en su lado del secundario alteraciones en sus valores normalizados de tensión.

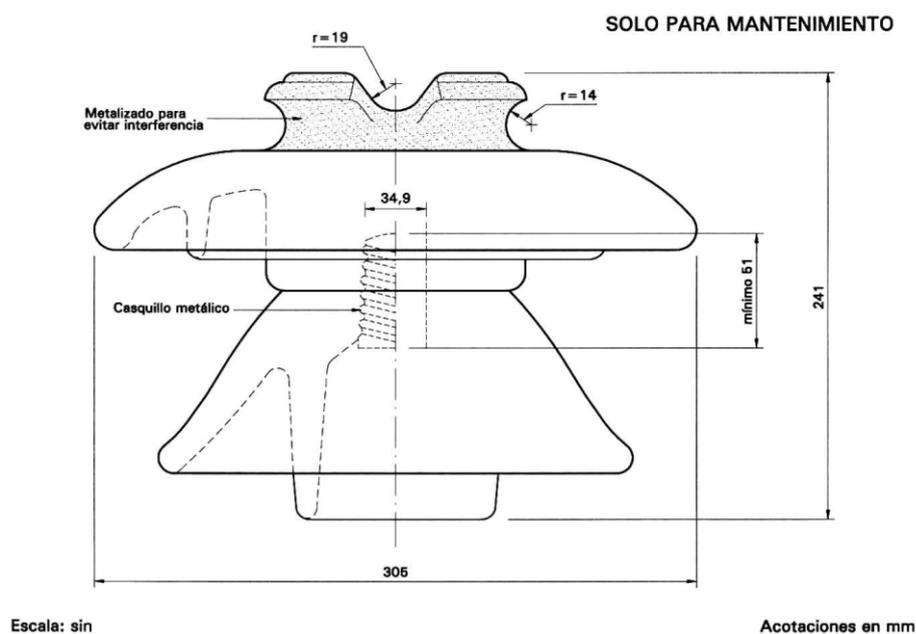


Fig. 16 Aislador A 56-3

Otra falla frecuente es la ausencia de una fase lo que repercute de una manera de manera similar a la situación anterior, pero aún más grave, ya que en esta condición el transformador se alimentaría de dos fases, provocando un desarrollo del 66 % de potencia del transformador, lo que puede dañarlo gravemente o destruirlo. Al mismo tiempo, es importante tomar en cuenta que en la línea de 23 kv se presenta otra falla que no es otra cosa que el cruzamiento entre fases lo que origina la operación del los equipos de protección, dejando sin servicio a los usuarios.

6. 10 Apertura y cierre de Línea de Tensión Media

Todos los alimentadores de distribución están expuestos a fallas ocasionadas por fenómenos climatológicos y otros ocasionados por terceros. Esto justifica la instalación de cortadores en las líneas de 23 kv, el objetivo de esta maniobra de apertura es con el fin de preparar en los postes la línea, para instalar los equipos de seccionamiento (fig. 17) tales como: cuchillas, seccionadores, interruptores, restauradores, cortacircuitos, etc.

También se instalan cortadores que son indispensables en el cruce de amplias avenidas para dar mayor seguridad a la tensión mecánica en caso de disturbios (movimientos o choques automovilísticos en los postes) estos cortadores son necesarios cuando tenemos deflexión de línea evitando la deformación de los alfileres por la tensión mecánica que se genera en ellos.

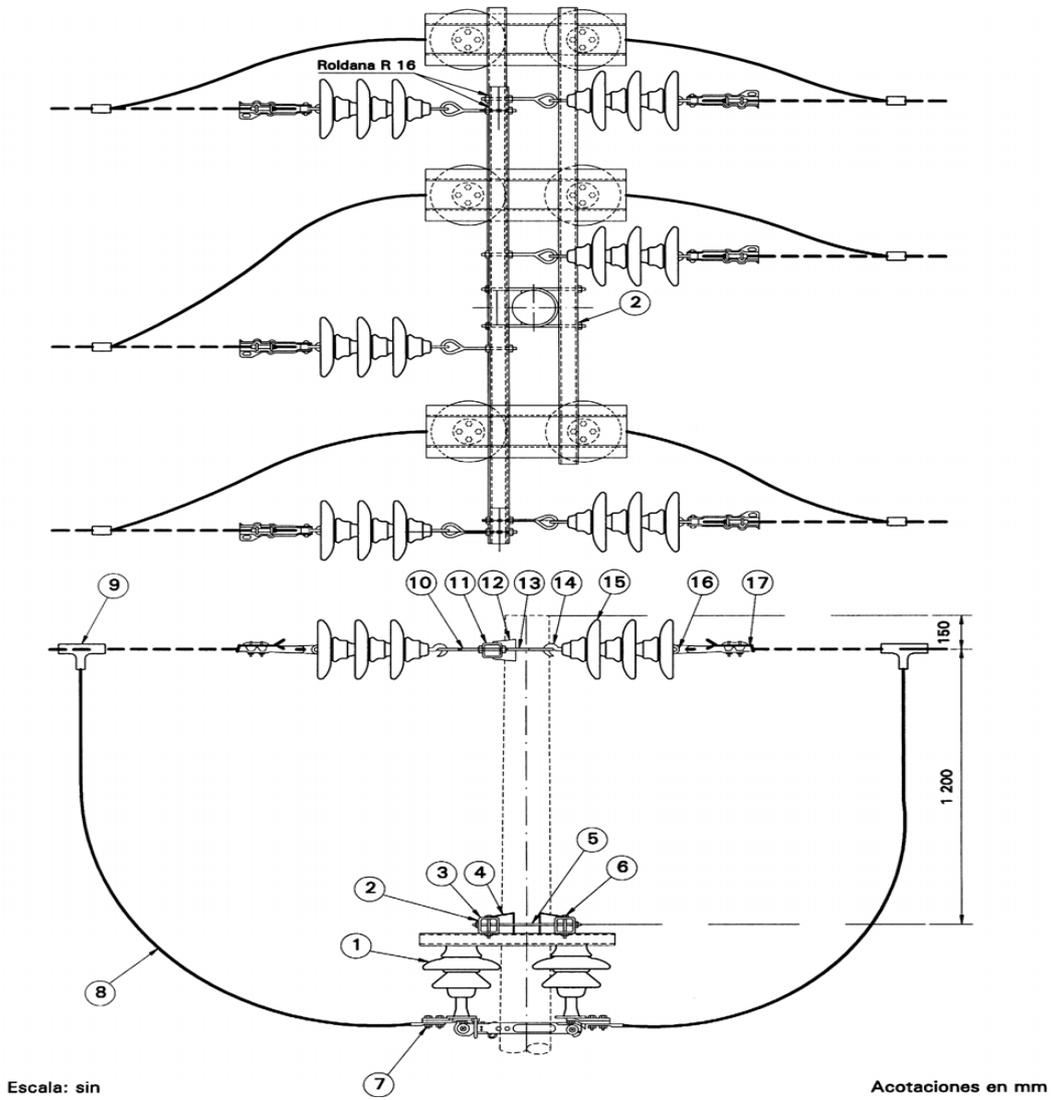


Fig. 17 Apertura de línea para instalar equipo de seccionamiento (cuchillas). Vista superior.

Ref	Nombre	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	CUCHILLA 23601	2.0132	pza	3
2	ROLDANA R 16	2.0511	pza	12
3	CRUCETA 630	2.0501	pza	2
4	DADO F 6.190	2.0548	pza	2
5	TORNILLO MAQ. 5/8 x 14	2.0187	pza	4
6	TORNILLO MAQ. 1/2 x 4	2.0187	pza	12
7	ZAPATA C 1/0 ó 4/0 Cu	2.0316	pza	6
8	CABLE Cud 4/0 ó 1/0	2.0102	m	15
9	CONECTOR CANAL T 336 – 4/0 Al CONECTOR DERIVACIÓN L 1/0 – 1/0 Al	2.0120 2.0569		
10	TORNILLO OJO 16 x 102	2.0188	pza	6
11	CRUCETA 633 S	2.0507	pza	1
12	DADO F 6.165	2.0548	pza	1
13	ABRAZADERA 6 U	2.0058	pza	1
14	GANCHO CON BOLA	2.0143	pza	6
15	AISLADOR S 52- 3	2.0066	pza	18
16	CALAVERA CON OJO	2.0093	pza	6
17	GRAPA T 2/0 ó 556 A	2.0139	pza	

Fig. 18 Material utilizado en la Apertura e Instalación de Cuchillas

Secuencia para la apertura de Línea.

- **Primeramente se planea la ejecución segura del trabajo, para detallar el proceso a seguir. Estos trabajos se pueden ejecutar con Línea viva o sin Potencial. En este caso es sin potencial.**
- **Se protege el área de trabajo con señalizaciones**
- **Se para la escalera y se asegura al poste.**

-
- Se sube el liniero (fig. 19) debidamente preparado para instalar la tabla del lado contrario a la escalera donde se deberá trabajar.



Fig. 19 Linieros “C” preparándose para la apertura de línea.

- Se sube el otro liniero que lo estará apoyando en la escalera (fig. 19).
- Ya preparados los linieros y de común acuerdo, inician el retiro del herraje de paso de 23 Kv (fig. 20), fijando las líneas al poste con una soga; ya que estas estorbarían sino se fijan.



Fig. 20 Retiro del Herraje.

- Se procede a subir las crucetas de cortador por medio de la soga de servicio, con su herraje completo y se instalan al poste debidamente alineadas y niveladas.
- Se suben las cadenas formadas por los aisladores S 52-3 debidamente preparadas y se instalan a ambos lados de las crucetas. Fig. 21.



Cadenas de Aisladores S 52-3

Fig. 21 Instalación de cadenas formadas por aisladores S 52-3

- Se sube la herramienta adecuada como son: garruchas, tensores, según el calibre del conductor y se cuelgan de las cadenas de los aisladores pasando la sogá por encima de las crucetas, para hacer la tensión mecánica a la inversa al abrir la línea.
- Se sueltan las líneas del poste y se pasan por encima de las crucetas.
- Se procede a hacer la apertura de línea, primeramente las orillas y al último la fase centro (fig. 22).



Fig. 22 Iniciando apertura de línea.

NOTA: Los linieros deben trabajar una sola fase a la vez, para hacer los ajustes necesarios a las líneas como se puede ver en la fig. 22.

- Terminada la apertura se procede a retirar garruchas y tensores.
- Se suben y se instalan los aisladores A 56-3, con sus respectivos soportes.
- Se procede a puentear el cortador sellando los puentes con conectores de compresión, en este caso para la línea de 23 kv se usa cable ald 336 o acsr 1/0, y se fijan a los aisladores de paso con amarres ald No. 4.
- Terminada la maniobra se baja el liniero que trabajo en escalera y el otro retira la tabla y desciende.
- Se retira la escalera.

7. Vehículos especiales de línea viva

Los vehículos empleados dentro del departamento de líneas aéreas son de extrema utilidad para los trabajos a ejecutar ya sea con o sin potencial; uno de ellos es la canastilla doble (fig. 19), la cual posee un brazo contráctil con un par de canastillas en su extremo superior, las cuales son dieléctricas para poder realizar trabajos con potencial sin que sea necesario retirar este y sin peligro para el trabajador.

Estas canastillas y el brazo completo requieren una inspección periódica, ya que cualquier aumento de suciedad (polvo, grasas, basura, etc.) representa un peligro para aquellos trabajadores que laboran cerca de las líneas de media tensión, por que se rompería la rigidez dieléctrica de los componentes del brazo.

Las canastillas, por su parte, son componentes de seguridad aéreas con dos o más brazos articulados y de accionamiento hidráulico, aislados por secciones de fibra de vidrio reforzada, la cual es un material aislante de elevada rigidez dieléctrica, el cual no absorbe humedad. En la parte superior de estos brazos, se encuentra las canastillas que son de fibra de vidrio y dentro de ellas se encuentra una segunda canastilla de polietileno, su control se puede realizar a través de palancas de mando superiores o inferiores, con indicaciones claras de su funcionamiento, están provista de una válvula piloto de seguridad para prevenir una caída libre de la canastilla en caso de falla del sistema hidráulico.



Fig. 19 Vehículo para maniobras con Línea Viva ó con potencial

7.1 Recomendaciones sobre su cuidado

1. Los equipos se envían a sus pruebas de laboratorio mínimo cada cuatro meses, con el objeto de comprobar la rigidez dieléctrica del brazo, canastillas y liners.
 2. Si el equipo cuenta con liners, estos deberán guardarse protegidos del sol cuando no sean utilizados, ya que este los degrada rápidamente y pierden así sus propiedades.
 3. Antes de usar el equipo, éste deberá observarse detenidamente, cualquier daño o evidencia de daño se reporta a los superiores para no usarse hasta que se enviado a laboratorio.
- las canastillas se protegen contra la humedad cuando no están en uso, por lo que se usan unas cubiertas protectoras para evitar les caiga agua.

-
4. Las canastillas están diseñadas única y exclusivamente para transportar personal, por lo que no se debe transportar material dentro de ellas, el hacer esto las deteriora físicamente, reduciendo su rigidez dieléctrica.
 5. Solamente personal competente y cuidadoso, capacitado física y mentalmente se hace cargo de estos equipos, ya que representa una gran responsabilidad para él y para el personal que esta baja su cargo.
 6. Se coloca el camión sobre un terreno sólido y nivelado cercano al punto de trabajo y donde se puedan realizar las maniobras necesarios para el trabajo requerido.
 7. El equipo se inspecciona diariamente, verificando los siguientes puntos:
 - a) Sistema de emergencia incluyendo baterías.
 - b) Mangueras y controles, que no presenten escurrimiento de aceite hidráulico.
 - c) Limpieza de la sección aislada del brazo, canastillas y liners con inspección visual de los mismos.
 - d) Se pone a funcionar la máquina y se operan los controles inferiores, en sus ciclos normales de uso y sin personal en la canastilla, con el objeto de detectar ruidos anormales, fugas de aceite hidráulico o mal funcionamiento de las válvulas de control.

8. Diagramas unifilares



Fig. 20 Diagrama unifilar de un alimentador convencional con equipo de seccionamiento.

Los diagramas unifilares se usan para resumir un alimentador y presentarlo en su mínima expresión. Es aquí donde se pueden ver los elementos más representativos que lo conforma, sin estar extendiéndolo con metros y metros de conductor.

También es aquí donde se pueden implementar estrategias para evitar que una falla afecte al alimentador en su totalidad, es decir si esta se presenta al final de la línea, se cuenta con equipo que detecta elevaciones de corriente y desconecta esa sección donde se encuentra la falla.

En los ramales podemos instalar una protección bastante económica y eficaz la cual consiste en cortacircuitos fusible, para así si se llegase a presentar una falla en este ramal la sobre corriente hará que los fusibles se desconecten y, por lo tanto, no presentará problema la troncal; esto, según nuestro diagrama unificar, lo podemos planear en cada uno de los ramales.

Existe una gran versatilidad en este tipo de diagramas, la cual nos puede ayudar a resolver muchos de los conflictos que se van suscitando en nuestras líneas que siempre están a la intemperie.

9. Glosario

Alimentador: Circuito que sale de una subestación y alimenta cierta área geográfica. De una subestación pueden salir varios alimentadores.

Baja Tensión: Se le denomina así en Luz y Fuerza a las líneas de distribución secundarias.

Botoneras: Vease Seccionadores y Restauradores.

Cuchillas de navaja: O interruptores; abren y/o cierran el circuito de un alimentador sin carga, es decir, se debe liberar ó botar la energía.

Disturbio: Condición anormal que se presenta en un alimentador suprimiendo la continuidad de energía eléctrica; se debe principalmente a accidentes automovilísticos, caída de objetos entre las líneas de tensión media, etc.

Interruptores en Aire: Equipo de seccionamiento que aísla fallas momentáneamente, y en su caso restaura el servicio de energía.

Líneas aéreas: Departamento o sección de Luz y Fuerza que se encarga de atender las líneas de distribución en la capital del país.

L. V.: Línea Viva ó energizada.

Liners: Cubierta protectora para canastillas de L. V.

Licencias: Trabajos de mantenimiento que se realizan para evitar futuros disturbios o simplemente para ampliar la longitud de un alimentador.

Seccionadores y Restauradores: Equipo de seccionamiento. Normalmente sirven para aislar fallas que se presenten en el alimentador.

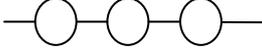
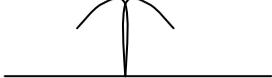
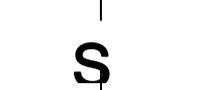
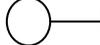
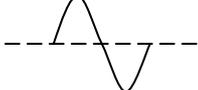
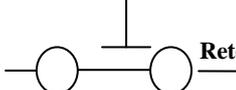
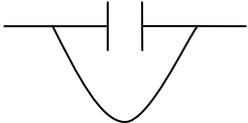
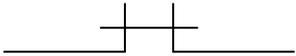
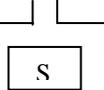
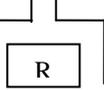
Ramal: Derivaciones de un alimentador para abastecer de energía a una zona que se encuentre fuera de la troncal. Generalmente el calibre de un ramal es de 1/0 AWG.

Troncal: Parte del circuito eléctrico de distribución que sale de las subestaciones; por lo general el calibre del conductor es de Ald 336 AWG.

Tensión media: Se le llama así en Luz y Fuerza a las líneas de distribución primarias, normalmente de 23 kV.

Tramo: Longitud entre dos postes, normalmente de 40 a 50 mts.

10. Simbología

	Líneas de baja tensión cuatro hilos		Poste de concreto CR-12 o 14
	Líneas de 23 Kv		Poste de acero A-13 o más
	Líneas de 23 kV doble circuito		Transformador en poste de concreto
	Apartarrayos		Transformador en poste De acero
	Capacitores		M Poste de concreto macizo
	Corta circuitos fusible		Retenida de poste
	Cortador Líneas de Media Tensión		Retenida de ancla
	Cortador cerrado en Baja Tensión		Retenida entre postes
	Cortador abierto en Baja Tensión		Transformador 23 kV en subestación
	Cuchillas en aire 23601 Operación individual		Seccionador
	Cuchillas en aire 23601 Operación individual		Restaurador
	Poste de concreto CR-9 o menos		Tèrmino de cable subterráneo

11. Recomendaciones

Son varias las razones que, a veces, impiden el mejoramiento de los sistemas de distribución aérea. Uno, el más importante, el escaso presupuesto que se le asigna a L y F, el cual es insuficiente para poder aplicar material y equipo de la más alta tecnología; y por desgracia es algo que a nosotros como trabajadores no nos corresponde solucionar.

Algo que podríamos prevenir es, por el hecho de repetir constantemente las maniobras, algunos de nosotros caemos en exceso de confianza y nos volvemos demasiado intrépidos lo que aumenta el riesgo de posibles accidentes, es por ello que constantemente se realizan charlas acerca de implementar la seguridad en todo momento y exigir al personal que utilice el equipo de línea viva necesario para cada actividad, también exigirle a la empresa que se mande a revisión al laboratorio mas seguido y reponer aquel que sea dado de baja, así como adquirir el más actual.

Algunas maniobras se tienen que improvisar en el campo, ya que la situación del tendido de líneas varía de una a otra, lo que se debe hacer es realizar un mayor control en la normatividad, además de actualizarla constantemente.

Los camiones y camionetas que utilizamos para realizar nuestras labores, son sometidos a intensas jornadas de trabajo o de funcionamiento, lo que conlleva a un excesivo desgaste en sus sistemas y por consiguiente un alto porcentaje de falla, es

por ello que se debe realizar programas más intensos de mantenimiento de dichas unidades a fin de prevenir futuras contingencias. Así mismo, se está dejando envejecer el parque vehicular debido a la falta de recursos, caso que se explicó anteriormente.

Otro aspecto que hace referencia a la falta de recursos son la postería instalada; ya que en muchas zonas nos encontramos con postes que tienen signos evidentes del paso del tiempo y que resultan de peligro para los transeúntes. Es imprescindible que se realicen inspecciones más detalladas para evitar que estos postes lleguen a provocar situaciones desagradables.

12. Conclusiones

El estar dentro de un área como esta siempre implica un alto grado de responsabilidad ya que somos los encargados directos de que el servicio de energía no se interrumpa, o si llegase a suceder, reducir el margen de tiempo entre una falla y su posible solución.

Es por ello que las políticas que se llevan a cabo dentro de líneas aéreas van encaminadas a fomentar un alto grado de efectividad y calidad en la materia de trabajo que se realiza en esta área, para así ofrecer el mejor servicio que requiere la Ciudad de México y las zonas que atiende Luz y Fuerza como son parte de los estados de México, Morelos, Hidalgo y Puebla.

Estamos conscientes de que se trata de un departamento de alto riesgo y que estamos expuestos a accidentes que pueden costarnos hasta la vida, más sin embargo, si cumplimos con todas las medidas de seguridad, usando el equipo necesario en cada maniobra así como la herramienta adecuada y las normas de trabajo que se nos han enseñado podremos salvar ese gran obstáculo, que no es otra cosa que un paso más hacia la excelencia en nuestra materia de trabajo.

Nosotros como linieros “C” estamos constantemente ejecutando trabajos que requieren de una gran destreza y que conjugada con los conocimientos adecuados harán de nosotros unos excelentes trabajadores y así poder heredar nuestros conocimientos a los futuros linieros que vayan ascendiendo y lograr que esta

empresa siga siendo un pilar fundamental dentro del desarrollo del país.

Sabemos que es una labor gigantesca, más sin embargo nos enorgullece poder contribuir con el progreso de nuestra patria y saber que somos un eslabón muy importante dentro de esa cadena de productiva.

Lo resumido aquí es sólo un pequeño esbozo de lo que en realidad es Líneas Aéreas, tal vez lo que se hace sea muy repetitivo pero cada maniobra puede llegar a ser muy diferente a otras de similar ejecución presentar características que tal vez en otros casos no se considerarían es por ello que el personal siempre se debe mantener alerta; cada trabajo presenta sus riesgos, pero también cada trabajo presenta sus enseñanzas y esas son las contribuyen a engrandecer esta gran empresa.

13. Bibliografía

[1] Ing. Jesús Julio Díaz Reyes, 1996, “Apuntes Sobre Sistemas de Distribución”

Operación de Redes de Distribución

[2] Domínguez, A. Malo L., 2003, “Manual de Diseño de Subestaciones”

Propiedad de Luz y Fuerza del Centro

[3] Escuela de Trabajadores Electricistas de Lechería, 2003, “Manual de

Practicante de Líneas Aéreas”, Luz y Fuerza, Subdirección de Distribución y

Comercialización

[4] Escuela de Trabajadores Electricistas de Lechería, 2005, “Manual de

Liniero “C” de Líneas Aéreas”, Luz y Fuerza, Subdirección de Distribución y

Comercialización

[5] Stevenson, 1990, “Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia”, McGraw Hill

2ª Ed.

[6] Ing. David Órnelas V., 1997, “Redes Aéreas de Distribución”, Luz y Fuerza

Gerencia Regional Oriente

[7] Joaquín Piedra Duran, 1993, Circuitos monofásicos y trifásicos”, ED. UPC