

104



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

" PROYECTO DE MODERNIZACION DEL SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA EN ALTA Y BAJA TENSION QUE OPERA A LA PLANTA DE ASFALTOS DEL DISTRITO FEDERAL "

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

ARTURO TZOMPA GONZALEZ

287301

ASESOR: ING. OSCAR CERVANTES TORRES



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Proyecto de modernización del sistema eléctrico de potencia en alta y baja tensión que opera a la Planta de Asfaltos del Distrito Federal".

que presenta el pasante: Arturo Tsompa González
con número de cuenta: 8638071-7 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán izcalli, Méx. a 5 de Octubre de 2008

PRESIDENTE	<u>Ing. José Juan Contreras Espinosa</u>	
VOCAL	<u>Ing. Casildo Rodríguez Arciniega</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Oscar Cervantes Torres</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Ma. de la Luz González Quijano</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. José Gustavo Orozco Hernández</u>	

AGRADECIMIENTOS

ADIOS

Por darme la oportunidad de ser parte de una gran familia, por estar conmigo cuando más le necesito.

A MIS PADRES

Raquel González. Ma. ! No tengo palabras para agradecerte todo el sacrificio que haz hecho en tu vida sin escatimar esfuerzo alguno, para procurarme y cuidarme, tú compartiste muchos desvelos conmigo para llegar a esta meta. Te amo.

Ruben Tzompa. Papá! Gracias por todo lo que he aprendido de ti y por darme el valioso tesoro que un padre le puede dar a un hijo, amor, educación y enseñarme a ser responsable. Te amo.

A MIS HERMANOS

Angel, Fernando, Vicente, German, Rubén. Gracias por todo el apoyo incondicional, sin ustedes no habría podido terminar esta maravillosa carrera. Los quiero mucho.

A MI HERMANA

Genoveva. Tú eres para mí muy importante, gracias por todo tu apoyo y comprensión. Y por estar conmigo en aquellos momentos difíciles. Te quiero mucho hermana.

INDICE

	Página
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1 GENERALIDADES	2
1.1 CONSIDERACIONES PARA EL CAMBIO DE VOLTAJE	3
1.1.1 Medidas tendientes a resolver el problema del sistema de distribución.	3
1.1.2 Determinación del valor de tensión adecuada	3
1.1.3 Ventajas de la sustitución del voltaje de 6 Kv. por el de 23 Kv.	4
1.1.4 Especificaciones que se deben tener en cuenta al realizarse el cambio en la línea de 6 Kv por una de 23 Kv.	5
1.2 ANTECEDENTES DE LA PLANTA	5
1.2.1 Antecedentes históricos.	6
CAPITULO 2 BASES Y DESARROLLO DEL PROYECTO	9
2.1 BASES DEL PROYECTO PARA EL NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO	9
2.1.1 Estado actual del sistema eléctrico de potencia.	9
2.1.2 Factores de integración para la demanda de energía.	11
2.2 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE	19
2.2.1 Subestación receptora principal.	19
2.2.2 Líneas aéreas de distribución en 6 Kv	21
2.2.3 Subestaciones derivadas y transformadores	21
2.2.4 Centros de control de motores y tableros.	23
2.2.5 Conductores de baja tensión .	24
2.2.6 Alumbrado exterior.	24
2.3 DESARROLLO DEL PROYECTO	25
2.3.1 definición del voltaje primario y el secundario.	25
2.3.2 Se definen las zonas que tendrán subestaciones tipo compacta .	25
2.3.3 Componentes para cada subestación del nuevo sistema.	26
2.4 CAPACIDADES EN TRANSFORMADORES	46
2.5 CAPACIDAD PARA INTERRUPTORES GENERALES EN BAJA TENSION	48
2.6 CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA	49
CAPITULO 3 CASSETAS PARA SUBESTACIONES	51
3.1 LOCALES PARA SUBESTACIONES	51
3.1.1 Local para subestación receptora.	51
3.1.2 Local para subestaciones derivadas.	51
3.2 REMODELACION DE LOCALES	52
3.2.1 Detalles generales a considerar en el proyecto de obra civil	52
CAPITULO 4 ALIMENTADORES GENERALES EN ALTA Y BAJA TENSION	53
4.1 ALIMENTADORES GENERALES EN ALTA TENSION	53
4.1.1 Localización y trazo de la trayectoria de cada alimentador.	54
4.1.2 Especificación del tipo y resistencia mecánica de postes.	55
4.1.3 Especificación del tipo de estructura con modulo de herrajes y materiales.	57
4.1.4 Especificación del tipo de retenidas con modulo de herrajes y materiales.	59
4.1.5 Especificaciones para el sistema de tierra en líneas aéreas de distribución.	60
4.2 ALIMENTADORES PRIMARIOS EN LINEA AEREA	61
4.2.1 Métodos de cálculo para alimentador primario.	61
4.2.2 Determinación de los calibres de conductores primarios.	62
4.2.3 Alimentador primario con cable de energía.	66
4.3 EL SISTEMA DE BAJA TENSION	69
4.3.1 Parámetros de cálculo.	69
4.3.2 Cálculo de canalizaciones para alojar los conductores de baja tensión.	71

4.4 SISTEMAS DE ALUMBRADO EXTERIOR	79
4.4.1 Descripción del sistema utilizado que definió el desarrollo del sistema.	79
4.4.2 Criterio general de cálculo.	84
CAPITULO 5 ESPECIFICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES	85
5.1 SUBESTACIONES COMPACTAS PARA 23 KV.	85
5.2 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION	89
5.2.1 Tipo <i>industrial</i> .	89
5.2.2 Tipo distribución en poste.	90
5.2.3 Tipo distribución.	91
5.3 TABLEROS GENERALES DE DISTRIBUCION	94
5.4 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	97
5.5 BANCOS DE CAPACITORES	98
5.5.1 Bancos automáticos.	98
5.5.2 Bancos fijos.	99
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFIA	103
APENDICE	104

INTRODUCCION

La confiabilidad de las redes de distribución debe ser muy bien calculada, por lo que será necesario planear y proyectar con gran cuidado tanto las nuevas redes como todas las ampliaciones que se necesite realizar. El propósito de la planeación es definir la estructura más favorable de la red, la localización de los puntos de alimentación, así como determinar tanto la cantidad como el tipo y calidad del equipo requerido para su construcción. La estabilización de la tensión y la capacidad de conducción de corriente son factores que juegan un factor muy importante en el calculo de los sistemas de distribución.

Las redes de baja tensión sirven generalmente a pequeños consumidores (pequeños talleres, comercios o residencias). Los consumidores mayores (plantas industriales o grandes edificios comerciales o de oficinas) son alimentados directamente por la red de mediana tensión.

Como regla general, las tensiones de las redes, aun para nuevas zonas, son fijadas o predeterminadas por las existentes en las instalaciones de la compañía suministradora. Sin embargo, cuando la red alimenta una zona de gran densidad o crecimiento muy elevado, siempre será conveniente confirmar si las tensiones existentes podrán soportar ese crecimiento de carga o si será necesario sobreimponer una tensión más elevada. Asimismo, la eliminación o cambio de un paso intermedio de tensión deberá tomarse en cuenta, por ejemplo: el paso de 6000 a 13200 volts o directamente a 23000 volts. Cuando se trate de plantas industriales las tensiones que se deben escoger estarán en función de los motores que existan en la planta.

Una vez que las características de la carga y el tipo de estructura de una red son conocidas los cálculos se pueden hacer en forma simple. En redes con densidades de carga baja, el área de la sección transversal de los conductores es determinada generalmente por la caída de tensión permisible. La carga máxima calculada en base de la temperatura máxima permisible del conductor es de gran importancia únicamente en áreas de gran densidad, tales como las redes urbanas o zonas industriales.

La finalidad de este trabajo es dar una muestra de como se desarrolló el proyecto para modernizar la Planta de Asfaltos del Distrito Federal que ya acusaba un grave envejecimiento y una gran obsolescencia en su equipos y sistemas de distribución que operaban en 6000 volts y se muestran los pasos que se siguieron para el cambio a 23000 volts. Todo esto para que exista una gran confiabilidad en los procesos de producción y que estos no se vean afectados por fallas eléctricas que a menudo se presentaban con el sistema de 6000 volts. Por que hoy en día existe una gran demanda del material que se fabrica en la planta y para así abastecer a todos los ritmos de crecimiento de la ciudad y atender todos los programas de mantenimiento a las calles, avenidas, ejes viales, etc. El trabajo muestra en su conjunto y en primer termino las características del sistema de distribución que se adopto dentro del terreno de la planta y dar las características de los equipos que se seleccionaron para su instalación y comparando la situación en la cuales se encontraba la planta antes de la modernización y las ventajas que se encontrarán con el nuevo sistema de distribución en mediana tensión de 23000 volts. Además haciendo mención de los cambios que se hicieron en la red de baja tensión .

CAPITULO 1 GENERALIDADES

El incremento en la demanda de energía eléctrica ha provocado una serie de problemas. Con el transcurso de los años ha aumentado la demanda originando que la empresa suministradora se abstuviera de sostener un ritmo de crecimiento adecuado, ya que esto representaba emprender nuevos programas que necesariamente y debido al incremento alcanzado tendrían que ser cuantiosos y costosos.

Dentro de los diferentes problemas que aquejaban a la empresa suministradora se estudio la etapa denominada "distribución" cuya área de funciones reviste gran importancia por ser un proceso indispensable en el suministro de la energía eléctrica.

La distribución de la energía eléctrica se encontraba en un estado de atraso considerable, ya que además de no contar con reservas para el incremento de la demanda futura tenía el problema de suministrar una gran demanda solicitada.

Con unos bajos porcentajes de continuidad y una baja en la eficiencia en las instalaciones iniciales al no ser sometidas a nuevas programaciones para ampliar su capacidad de carga, a la empresa suministradora le quedaba como única solución aplicable aumentar sus instalaciones buscando suministrar la demanda solicitada.

Esta situación empeoraba a medida que transcurría el tiempo, después de prolongados estudios se obtuvieron los siguientes datos de las instalaciones existentes para el sistema de distribución:

En años anteriores la capacidad suministrada en lo que respecta exclusivamente al Distrito Federal alcanzaba ya un volumen de 750,000 KVA., cantidad que arrojaba como densidad de carga media un equivalente a 4,500 KVA/KM aproximadamente. Todo esto considerando que el suministro eléctrico se lograba con voltajes primarios de 6 KV, conductores de aluminio y cobre de calibre ACSR # 336.4 MCM y 4/0 cuya capacidad de corriente es de 385 Amperes, limitados a una caída de tensión del 3 % al punto más alejado y con un factor de potencia del 0.8

La mayoría de las subestaciones primarias de distribución existentes en el Distrito Federal se encuentran localizadas en lugares rodeados de construcciones originándose problemas derivados de la falta de espacio necesario para instalar nuevos alimentadores. Estas han resultado insuficientes al registrarse aumentos que no se tenían previstos, ha sido una de las causas de que los registros y ductos localizados en las subestaciones se congestionen propiciando que fallas de poca importancia ocasionen grandes disturbios por la contaminación en los cables adyacentes.

1.1 CONSIDERACIONES PARA EL CAMBIO DE VOLTAJE

1.1.1 Medidas tendientes a resolver el problema del sistema de distribución.

La anterior situación provoco que se tomaran las siguientes medidas, que permitirán aumentar la capacidad del sistema de distribución :

- 1.- Un necesario cambio del sistema.
- 2.- Una investigación en el campo de los adelantos técnicos que puedan ser utilizados con objeto de obtener un aumento en la capacidad de suministro de la energía eléctrica.
- 3.- Aplicación inmediata de la solución encontrada respecto al uso de los materiales conductores, el cual se han visto reducidos al empleo del cobre y el aluminio, cuyas características particulares de capacidad conductora han llegado hasta cierto nivel, esta situación ha llevado a los científicos a investigar otros campos que intervienen en la conducción de la energía eléctrica, encontrándose descubrimientos y adelantos satisfactorios en lo referente a aumentos en las tensiones utilizadas para la distribución, y al empleo de la corriente alterna.

El grado de desarrollo de manufactura de los transformadores que permiten elevar o disminuir sin grandes pérdidas los voltajes, conjugándose a todas esas ventajas, se observa que la adopción de tensiones más elevadas para el transporte y suministro de energía eléctrica resulta ser una solución adecuada que permite utilizar instalaciones existentes y resolver el problema planteado por el incremento de la demanda.

1.1.2 Determinación del valor de tensión adecuada.

Dentro del sistema de distribución, el valor de voltaje que más convendría a las necesidades de la empresa, de acuerdo a las investigaciones hechas en diferentes empresas. oscilan sus valores entre 750 volts y 34 Kv lo cual crea la necesidad de normalizar y estandarizar al máximo los diferentes valores de voltaje para la distribución ya que esto favorece a la economía, debido entre otras causas a las siguientes :

- Se uniformizan y normalizan los equipos y métodos de construcción, lo que trae como consecuencia que los costos de adquisición y mano de obra sean más bajos.
- Se producen condiciones que facilitan y permiten máxima flexibilidad para la interconexión de sistemas o ejecución de la obras sin problemas y sin mayores gastos o molestias a los consumidores
- La simplificación en los valores de las tensiones originan una operación y mantenimiento más sencillos. mejorándose la continuidad del servicio.

Después de prolongados estudios y platicas se dictaminaron los voltajes de 13.2 Kv y 22.9 Kv, como los valores adecuados para ser empleados en las tensiones primarias de distribución. Cabe aclarar que únicamente por facilidad de expresión se le da el valor de 23 Kv a la tensión de 22.9 Kv.

Considerando que el incremento en la demanda es del 7% anual acumulativo y de acuerdo con la capacidad suministrada, cuyo valor asciende a 750,000 Kva, se tendría dentro de 10 años duplicado su valor o sea 1,500,000 Kva, obteniéndose en el caso de la tensión de 13.2 Kv. una cantidad de alimentadores y subestaciones similares a las que actualmente se presentan para el voltaje de 6 Kv, lo cual producirá congestión y serias dificultades para su desarrollo y crecimiento futuro, con la agravante de que el cambio de voltaje origina toda una serie de modificaciones y aplicaciones que llevan tiempo y trabajo, calculándose que para efectuarlas totalmente se llevan por lo menos 10 años creando esta situación un serio problema ya que al terminarse los trabajos de sustitución del voltaje de 13.2 Kv por el de 6 Kv se tendrían que empezar otros este argumento influyó para adoptar el valor del voltaje de 23 Kv como el adecuado para realizar la sustitución debido a que ofrecía un tiempo de vida de 20 años mínimo. Anexando a esta ventaja la que se obtendría por las circunstancias de que un alimentador para 23 Kv duplicaría la capacidad que puede llevar uno de 13.2 Kv y que el costo de instalación solamente es 10 % más caro que este último.

1.1.3 Ventajas de la sustitución del voltaje de 6 Kv. por el de 23 Kv.

- Amplio margen en la capacidad para atender el desarrollo y crecimiento futuro.
- El volumen mayor de energía eléctrica que pueden soportar los alimentadores abastecidos con un voltaje de 23 Kv, originando:
 1. Ahorro de subestaciones
 2. Menor número de alimentadores primarios
 3. Descongestionamiento de las instalaciones eléctricas, principalmente a la salidas de estas.
 4. Disminución de fallas por saturación.
 5. Ahorro de circuitos de transmisión
 6. Ocupación de menor espacio, lo que permite mejores facilidades para nuevas instalaciones
- Dentro de las tensiones normalizadas por la "Comisión Internacional De Electricidad", México forma parte junto con otros 47 países incluyendo a E.U.A., se encuentra la tensión de 23 Kv, en la serie aplicable a América. Esta característica permite realizar pedidos al extranjero de equipo necesario.
- Las subestaciones podrán aumentar su capacidad de carga hasta valores considerables, resultando ser más económicas.
- Simplificación máxima del sistema al adoptar la tensión de 23 Kv.
- Obtención de mayor continuidad del servicio
- El valor de 23 Kv puede reducirse hasta tensiones de 125 volts para lograr la economía en el costo de los equipos .
- El franco desarrollo que experimenta el país origina un aumento considerable en la demanda de la energía eléctrica, la cual resulta factor importante para sostener e impulsar este grado de crecimiento.

La aceptación de la sustitución del voltaje de 6 Kv por 23 Kv como medida adecuada para resolver la creciente demanda originó de inmediato que los nuevos servicios solicitados en alta tensión fueran proporcionados con el voltaje de 23 Kv exigiendo que los transformadores de los particulares contaran con derivaciones que permitan trabajar inicialmente a este voltaje procurando frenar el crecimiento que experimentaba el sistema de 6 Kv.

1.1.4 Especificaciones que se deben tener en cuenta al realizarse el cambio en la línea de 6 Kv por una de 23 Kv.

Respecto al cambio de los transformadores se debe de hacer un estudio de carga y voltaje en cada una de las mallas para colocar el transformador adecuado que cumpla con la demanda requerida.

En lo que comprende a todos los servicios, el cambio de los transformadores es uno de los principales problemas el cual se trata de solucionar avisándosele al usuario con el debido tiempo de la problemática que existe dentro del sistema y red de distribución, dando una información de los cambios que se efectuarán en este sistema para que se tomen las medidas pertinentes debido al cambio de voltaje que se efectuará.

1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA PLANTA

Uno de los más importantes y más extensos servicios urbanos que el Gobierno del Distrito Federal debe cumplir , es el de pavimentación y bacheo de sus calles , Avenidas, Boulevares, Paseos, Ejes viales, Vías rápidas, Puentes y Áreas especiales , brindando a cada uno de los habitantes la necesaria fluidez de tráfico y al mismo tiempo un alto índice de confort durante su trayecto de traslado cualquiera que sea su origen y destino en uso de transporte particular o colectivo.

Para cumplir lo anterior, ha sido necesario establecer especificaciones sobre tipos de pavimento y normas para su preparación, elaboración, aplicación y conservación de manera que su permanencia sea efectiva y cumpla como complemento del equipamiento urbano y señalización que proporcionan al usuario de esta enorme red urbana, peatón o manejador , la seguridad y comodidad que le sirvan para ayudar a la solución de sus problemas cotidianos.

De lo anterior se deriva la importancia que tiene el contar con el suministro de la grava controlada asfaltada y que dicho suministro no se vea interrumpido por la falta de materia prima , como en su caso podría ser el material basáltico.

Para que lo anterior sea posible , el Gobierno del Distrito Federal ha hecho un gran esfuerzo para instalar, operar y mantener en condiciones su propia Planta Productora de triturados basálticos y mezclas asfálticas de la cual se tienen los siguientes antecedentes.

1.2.1 Antecedentes históricos.

1955.

Ante el rápido crecimiento de la mancha urbana en el D.F. , el propio Gobierno resolvió ser productor directo de las gravas asfaltadas para dar abasto a la creciente demanda de pavimentación y bacheo . por lo tanto fue en este año cuando inician los estudios e investigación de mercado para implementar la forma en que se podría resolver el problema que ya tenía visos de salirse de control por no tener capacidad de abastecer el material a la velocidad requerida.

1956.

El Departamento del Distrito Federal adquiere en los Estados Unidos e instala en México en los terrenos de Mixcoac una planta que mezclaba emulsión asfáltica con agregados pétreos y su capacidad nominal de producción era de 60 toneladas por hora equivalentes a 144.000.00 Ton/Año , logrando así cubrir con cierta ventaja la demanda de la red urbana.

Entre los motivos que tuvo el Gobierno del Distrito Federal para instalar y operar esta planta propia , se pueden mencionar como principales los siguientes :

- Las plantas mezcladoras de administración privadas que existían no eran de la capacidad de producción suficiente para cubrir la demanda que se cita para aquel año de 1956 , pues además dependían a su vez de otras plantas privadas que producían el basalto triturado a las dimensiones controladas para ser mezclado.
- El precio de venta que las Plantas Productoras de mezcla y de basalto triturado *requerían al Gobierno del D.F.*, iba más allá de lo que el mismo Departamento tenía analizado como justo
- El producto terminado carecía de control de calidad por lo cual no era posible establecer una calidad constante con buenos resultados en su duración después de aplicado el material en el terreno , sometido a toda clase de inclemencias, a la intemperie y al desgaste debido al flujo de tráfico.

1961

La Ciudad de México en vertiginoso crecimiento , genera la consabida necesidad de pavimentación y bacheo.

En los años siguientes, la producción de mezclas de emulsión asfálticas con material basáltico sigue en plena producción tratando de dar alcance a la demanda de la red urbana.

1973

El día 5 de enero de este año , por acuerdo No 45 se otorga el carácter de unidad industrial y se adhiere a la secretaría de obras y servicios y se le da la denominación de " Planta de Asfaltos del DFF " para la producción de mezclas asfálticas y para la trituración de materiales pétreos , destinados a la construcción y conservación del pavimento de las vías publicas del Distrito Federal.

1985

En este año de 1985 , la Planta de Asfalto del D.F. tenía en operación el siguiente equipo :

Conjuntos de trituración	4.00	pzas
Plantas mezcladoras de asfalto	3.00	pzas

1990

El equipo de trabajo de la Planta de Asfalto del D.F., para este año es de :

Perforadora sobre orugas	9.00	pzas
Compresor neumático	14.00	pzas
Pala Hidro-mecánica	7.00	pzas
Draga mecánica	2.00	pzas
Tractor de oruga	5.00	pzas
Trascavo Hidro-mecánico	1.00	pza
Cargador frontal	5.00	pzas
Martillo hidráulico rompedor de roca	5.00	pzas
Camión fuera de carretera	7.00	pzas

Conjuntos de trituración	5.00	pzas
Plantas productoras de mezcla	3.00	pzas

Operadores , obreros y oficiales	500.00	Elementos
Personal administrativo	120.00	Personas
Personal técnico	180.00	Técnicos

Con esta fuerza de trabajo y producción se ha logrado cumplir plenamente y atender la demanda de mezcla asfáltica requerida por las 16 Delegaciones del D.F. y las diversas dependencias y Direcciones Generales del Departamento del D.F. dedicadas a la construcción y mantenimiento de la red urbana que requiere pavimentación.

1995

En este año la Planta de Asfalto del D.F. acusa el desgaste propio de la maquinaria y equipo que ha estado en servicio de trabajo muy pesado durante 20 años consecutivos.

En este periodo de trabajo, también los sistemas eléctricos han llegado al máximo de su vida útil para dispositivos de protección, control, medición, conductores y aislamientos en alta y baja tensión. Por lo que empieza a generar problemas e inseguridad y es necesario modificar o actualizar la planta y todo el sistema eléctrico.

CAPITULO 2

BASES Y DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 BASES DEL PROYECTO PARA EL NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO.

Para atacar la obsolescencia de los equipos eléctricos y del material que operan en 6000 V como voltaje primario y en 440 como secundario, la planta de Asfaltos del D.F. de la avenida de la Imán, decide el desarrollo del presente proyecto elaborado para modernizar y eficientizar el sistema eléctrico y garantizar la continuidad del servicio en forma segura y eficiente tanto para la producción, como para el personal y para la operación de su sistema.

El desarrollo del proyecto se basa en la transformación del voltaje primario de distribución de 6 Kv. cambiándolo a 23 Kv. y sustituir en baja tensión los conductores eléctricos, dispositivos de medición, control y protección del sistema que estén fuera de especificaciones por obsolescencia, rediseñar los centros de control de motores, red de tierras y los sistemas de hilo neutro. diseñar los bancos automáticos de capacitores para operar con factor de potencia de norma. En conjunto, especificar las características que deben tener los equipos que serán instalados para esta modernización y verificar los datos para dimensionar la capacidad en Kva. de los transformadores de distribución y de potencia.

Para tener esta información completa y desarrollar el proyecto, se practicó un levantamiento de las instalaciones eléctricas existentes, anotando las especificaciones técnicas de cada dispositivo que está en operación, sus condiciones de trabajo y rendimiento.

El enlace fue tener el levantamiento de lo existente y aplicar ingeniería a cada concepto para definir cuál equipo o material puede o no seguir en operación o si debe ser retirado y sustituido por nuevo.

2.1.1 Estado actual del sistema eléctrico de potencia.

La integración de las cargas eléctricas parciales instaladas por áreas definen la demanda de consumo de energía y se ejecuta labor de investigación en la Planta de Asfalto del D.F. para dimensionar estas cargas.

Se invita a participar, a dar su opinión y puntos de vista al personal técnico de operación, al personal de mantenimiento, al de producción y a los encargados de carga y despacho del producto terminado, así como de la parte de control administrativo.

Esta labor de investigación y la aplicación de las mediciones eléctricas de verificación a los parámetros del sistema dieron como resultado la definición básica de la capacidad eléctrica que está manejando la Planta y su resultado es el siguiente :

El sistema eléctrico en su operación actual , presenta un alto grado de desestabilidad provocado principalmente por el comportamiento de los siguientes parámetros:

- Variaciones de voltaje hasta niveles fuera de norma
- Caídas de potencial fuera de norma.
- Desbalanceo de fases por corriente
- Factor de potencia con un valor global promedio del 60 %
- Gran consumo de potencia reactiva
- No existe sistema de tierras
- Hilos neutros no referidos a tierra y en ocasiones no existen
- Interruptores deficientes en su operación
- Relevadores auxiliares que ya no tienen refacciones en el mercado
- Equipo de control en 6 Kv que ya no cuentan con refacciones
- Transformadores de distribución con aislamiento líquido tipo Askarel
- Alto grado de deterioro en aislamiento de conductores
- Soportería y canalizaciones en AT y BT deficientes o no existen
- Instalaciones eléctricas carentes de seguridad para el personal de operación.
- Las casetas contenedoras de subestaciones y obras civiles complementarias están muy deficientes y deterioradas en lo que se refiere a techumbre , mantenimiento de muros , pisos y herrería, falta total de limpieza, falta de sistema de drenajes y se acumula el polvo, el lodo, el asfalto, el agua y pone en peligro la seguridad del personal por no existir sistema de tierras. ninguna de las estructuras metálicas no destinadas a conducir energía eléctrica están referidas a un sistema de tierra y las diferencias de potencial de tierra y las corrientes de fuga a través de los aisladores pueden ser peligrosos para el personal que frecuente los locales de subestaciones y centros de control de motores.

La modernización de este sistema eliminará :

- Cuantiosas y repetitivas fallas eléctricas que a diario se presentan durante la operación e interrumpen por periodos prolongados la producción.
- Se elimina el riesgo de estar trabajando en condiciones de aislamientos eléctricos deteriorados que ponen en riesgo la seguridad de trabajo del personal encargado de la operación de maquinas y sistemas.
- Se abaten los costos de operación por que el renglón de gastos por mantenimiento eléctrico que a la fecha ha sido cuantioso, se reduce al 70% del actual.
- Se abate la facturación por consumo de energía eléctrica hasta en un 25% de la facturación actual por operación óptima de los equipos de control , protección y conductores.
- Se eliminan las cuantiosas multas que se pagan a la LyFC por motivo de operar con factor de potencia del 60 %
- Se abaten los costos de operación y se reduce en un 60 % del actual por que el renglón de gastos por mantenimiento eléctrico a la fecha ha sido cuantioso por estar tratando de mantener estable un sistema obsoleto.
- Se gana un 2.5% de bonificación sobre el consumo de energía por que al operar con factor de potencia del 98% , la LyFC bonifica sobre el factor de potencia superior al 90 %.
- Aumenta el grado de confiabilidad y la continuidad de servicio, garantizando las mejores condiciones de producción.

2.1.2 Factores de integración para la demanda de energía.

Las cargas eléctricas son el punto de partida para resolver un gran número de problemas complejos relacionados con el proyecto y la ejecución de redes de distribución. La determinación de las cargas es la primera etapa en el proyecto de cualquier sistema de distribución de energía eléctrica, ya que con base en ellas se realizan las siguientes actividades:

- a) Se seleccionan y comprueban los elementos conductores y transformadores e índices económicos.
- b) Se calcula la posible variación de voltaje en la instalación eléctrica.
- c) Se determina al caída de tensión.
- d) Se seleccionan los dispositivos de compensación de potencia reactiva.
- e) Se establecen los sistemas de protección necesarios, etcétera.

De la estimación correcta de las cargas eléctricas esperadas depende la racionalidad del esquema seleccionado y de todos los elementos del sistema de electrificación, así como sus índices técnicos-económicos. Los principales efectos económicos se reflejan en el capital invertido, los gastos anuales totales, los gastos específicos, los gastos de conductores y las pérdidas de energía eléctrica.

Si se considera una carga mayor de la que se tiene en realidad, todo el sistema se sobredimensiona, lo que ocasiona una inversión mayor y en algunos casos, mayores pérdidas de energía, si se considera una carga inferior a la real, el equipo necesariamente se sobrecargará, tendrá pérdidas excesivas de energía y una posible reducción de la vida útil.

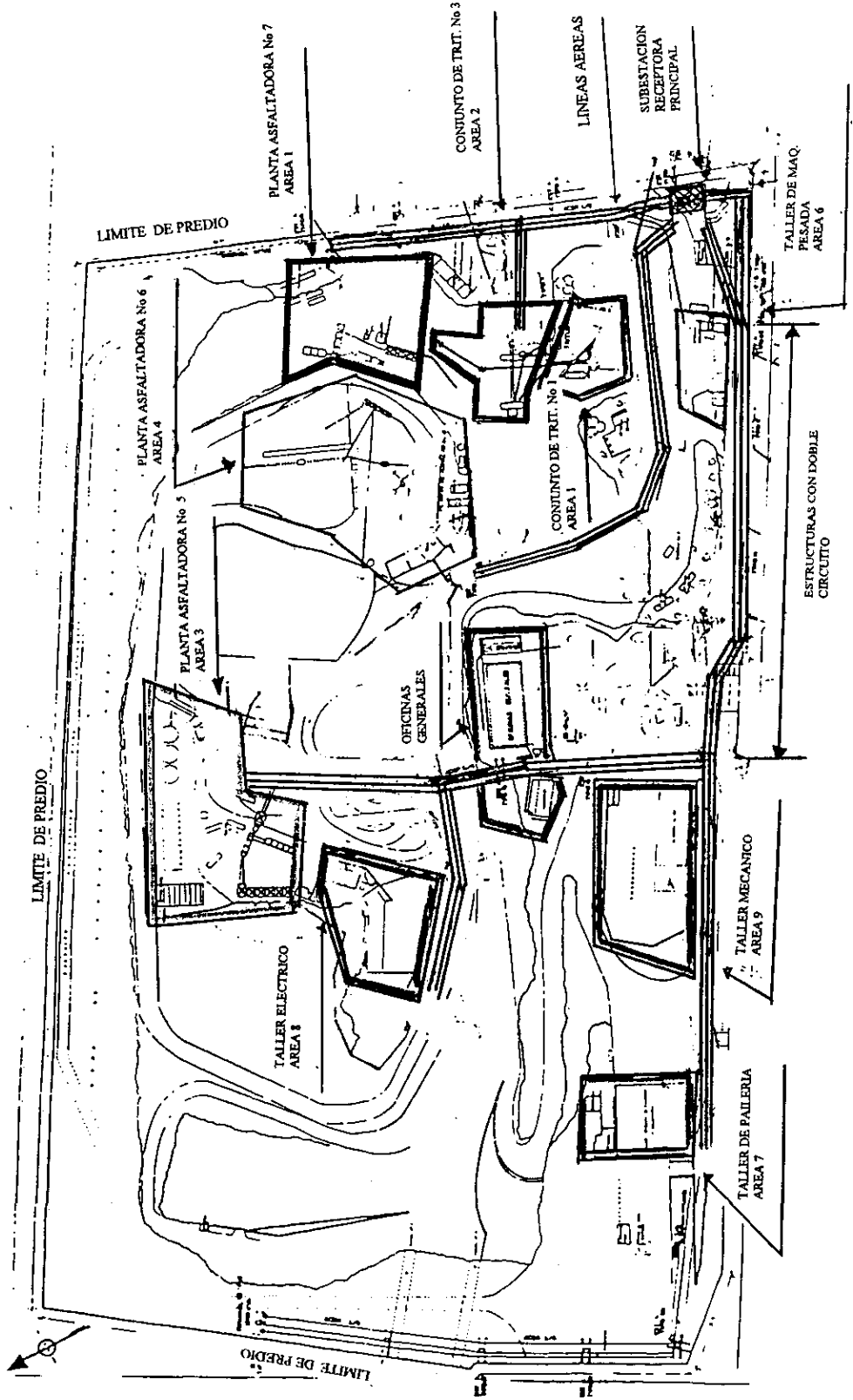
Para calcular la demanda de energía eléctrica que consume la Planta de Asfalto se han considerado áreas parciales de medición y control con sus alimentadores individuales en alta y baja tensión y cada uno de ellos ha sido analizado por separado en dos etapas, a saber : La primera etapa se integró con la labor de investigación a través del personal técnico y la segunda etapa se integró con mediciones eléctricas para conocer los principales parámetros para integrar la demanda de energía .

En el resultado del estudio se presentan las conclusiones para cada una de las áreas investigadas e integradas con sus alimentadores individuales que constituyen el conjunto de la planta de asfalto y las áreas que se consideraron son las siguientes:

Area N° 1	Conjunto de trituración N° 1
Area N° 2	Conjunto de trituración N° 3
Area N° 3	Planta asfaltadora N° 5
Area N° 4	Planta asfaltadora N° 6
Area N° 5	Planta asfaltadora N° 7
Area N° 6	Taller de maquinaria pesada
Area N° 7	Taller de soldadura y pailería
Area N° 8	Taller eléctrico de motores
Area N° 9	Taller mecánico
Area N° 10	Oficinas Generales

PLANTA DE CONJUNTO

ZONAS DONDE ALOJAN SUBESTACIONES ELECTRICAS Y TENDIDO DE LINEAS AEREAS



El detalle para demanda y carga eléctrica instalada en cada una de las áreas es como sigue:

Conjunto de trituración N° 1

Demanda en su sistema por etapas de trituración.

El conjunto de trituración está formado por varias etapas en el proceso de quebrar el material pétreo basáltico y dejarlo en un determinado tamaño en cada una de estas etapas, hasta que, en la etapa final alcance el tamaño que por norma se refiere para mezclarlo con la emulsión asfáltica.

Por diseño y en sus etapas el conjunto de trituración Núm. 1 contiene los siguientes motores.

Pot. H.P.	Pot. Kw.	Amp.	Utilización
25.00	23.31	38.24	alimentador
150.00	139.88	229.42	quebrador primario
100.00	93.25	152.94	Quebrador secundario 1
75.00	69.94	114.71	Quebrador secundario 2
100.00	93.25	152.94	Quebrador secundario 3
100.00	93.25	152.94	Quebrador secundario 4
75.00	69.94	114.71	molino terciario 1
100.00	93.25	152.94	molino terciario 2
50.00	46.63	76.47	molino terciario 3
100.00	93.25	152.94	molino terciario 4
10.00	9.33	15.29	criba 1
25.00	23.31	38.24	criba 2
15.00	13.99	22.90	criba 4
10.00	9.33	15.29	banda 1
25.00	23.31	38.24	banda 3
25.00	23.31	38.24	banda 4
15.00	13.99	22.90	banda 5
20.00	18.65	30.59	banda 6
20.00	18.65	30.59	banda 7
15.00	13.99	22.90	banda 8

La demanda total del conjunto de trituración Núm. 1 es de : 1055.00 H.P.

Conjunto de trituración N° 3

Demanda de su sistema por etapas de trituración.

Por diseño, el conjunto de trituración Núm. 3 .. contiene los siguientes motores:

Pot. H.P.	Pot. Kw.	Amp.	Utilización
200.00	186.50	305.89	Quijada
75.00	69.94	114.70	Alimentador primario
25.00	23.21	38.20	Banda 1
1.00	0.93	1.53	Bomba de lubricación
25.00	22.31	38.24	Criba secundaria
200.00	186.50	305.89	Giroesfera secundaria
25.00	23.21	38.24	Banda 2
25.00	23.21	38.24	Banda 3
3.00	2.80	4.59	Bomba de lubricación
25.00	23.21	38.24	Criba terciaria
200.00	186.50	305.89	Giroesfera terciaria
25.00	23.21	38.24	Banda 4
25.00	23.21	38.24	Banda 5
25.00	23.21	38.24	Banda 6
25.00	23.21	38.24	Banda 7
25.00	23.21	38.24	Banda 8
3.00	2.80	4.59	Bomba de lubricación

La demanda total del conjunto de trituración Núm. 3 es de 932.00 H.P.

Planta asfaltadora N° 5

Demanda en su sistema de proceso

Por diseño la planta asfaltadora Núm. 5 contiene los siguientes motores:

Pot. H.P.	Pot. Kw.	Amp.	Utilización
150.00	139.88	229.40	Extractor de polvo
150.00	139.88	229.40	Extractor de polvo
5.00	4.66	7.60	Gusano colector de polvo
5.00	4.66	7.60	Gusano colector de polvo
3.00	2.80	4.60	Gusano inclinado colec. polvo
7.50	6.99	11.50	Banda colectora de tolvas
2.00	1.87	3.10	Banda tolva N° 1
5.00	4.66	7.60	Banda tolva N° 2
5.00	4.66	7.60	Banda tolva N° 3
7.50	6.99	11.50	Banda tolva N° 4
5.00	4.66	7.60	Banda tolva N° 5
5.00	4.66	7.60	Banda túnel N° 1
5.00	4.66	7.60	Banda túnel N° 2
5.00	4.66	7.60	Banda túnel N° 3
7.50	6.99	11.50	Banda túnel N° 4
5.00	4.66	7.60	Banda túnel N° 5
15.00	13.99	22.90	Banda inclinada
75.00	69.94	114.70	Secador
75.00	69.94	114.70	Secador Blower
5.00	4.66	7.60	Bomba diesel del secador
30.00	27.98	45.90	Bomba asfalto
100.00	93.25	152.90	Elevador rastras a silos
40.00	37.30	61.20	Rastras de silos
3.00	2.80	4.60	Carro rastras mov. silos
20.00	18.65	30.60	Bomba hidráulica
150.00	139.88	229.40	Mezcladora
20.00	18.65	30.60	Compuerta hidráulica
15.00	13.99	22.90	Vibrador de cribas
15.00	13.99	22.90	Vibrador de cribas
30.00	27.98	45.90	Elevador de calientes
20.00	18.65	30.60	Malacate elevador
150.00	139.88	229.40	Compresor de aire Chicago
5.00	4.66	7.60	Soplador caldera 1
5.00	4.66	7.60	Bomba aceite caldera 1
2.00	1.87	3.10	Bomba agua
25.00	23.31	38.20	Bomba de asfalto
25.00	23.31	38.20	Bomba de asfalto
5.00	4.66	7.60	Bomba de aceite
5.00	4.66	7.60	Bomba aceite caldera 5

La demanda total de la Planta Asfaltadora Núm. 5 es de 1207.50 H.P.

Planta asfaltadora N° 6

Demanda en su sistema de proceso

Por diseño la planta asfaltadora Núm. 6 contiene los siguientes motores:

Pot. H.P.	Pot. Kw.	Amp.	Utilización
100.00	93.25	152.90	Elevador de rastras
40.00	37.30	61.20	Distribuidor de silos
100.00	93.25	152.90	Extractor de polvo
100.00	93.25	152.90	Extractor de polvo
125.00	116.56	191.20	Secador
100.00	93.25	152.90	Secador Blower
7.50	6.99	11.50	Bomba diesel secador
3.00	2.80	4.60	Tolva de agregados No 1
3.00	2.80	4.60	Tolva de agregados No 2
2.00	1.87	3.10	Tolva de agregados No 3
2.00	1.87	3.10	Tolva de agregados No 4
15.00	13.99	22.90	Banda de tolvas
25.00	9.33	15.30	Banda inclinada
15.00	13.99	22.90	Banda de alimentación
10.00	9.33	15.30	Banda de alimentación túnel
15.00	13.99	22.90	Banda material ahualique
15.00	13.99	22.90	Banda de reciclados No 1
25.00	9.33	15.30	Banda de reciclados No 2
30.00	27.98	45.90	Bomba de lodos
100.00	93.25	152.90	Bomba de aguas
15.00	13.99	22.90	Bomba de asfalto No 1
15.00	13.99	22.90	Bomba de asfalto No 2
15.00	13.99	22.90	Bomba de asfalto No 3
20.00	18.65	22.90	Bomba de agua contra incendio
10.00	9.33	15.30	Bomba de aceite C. No 4
2.00	1.87	3.10	Soplador C. No 4
20.00	18.65	30.60	Bomba asfalto C. No 4
15.00	13.99	22.90	compresor de aire
5.00	4.66	7.60	compresor de aire

La demanda total de la planta asfaltadora Núm. 6 es de 949.50 H.P.

Planta asfaltadora N° 7

Demanda en su sistema de proceso

Por diseño , la planta asfaltadora Núm. 7 contiene los siguientes motores:

Pot. H.P.	Pot. Kw.	Amp.	Utilización
200.00	186.50	305.90	Extractor de polvo
50.00	46.63	76.50	Elevador de mezclas No 1
50.00	46.63	76.50	Elevador de mezclas No 2
40.00	37.30	61.20	Carro de transferencia No 1
40.00	37.30	61.20	Carro de transferencia No 2
125.00	116.56	191.20	Quemador Blower
7.50	6.99	11.50	Bomba de diesel
30.00	27.98	45.90	Secador No 1
30.00	27.98	45.90	Secador No 2
30.00	27.98	45.90	Secador No 3
30.00	27.98	45.90	Secador No 4
15.00	13.99	22.90	Limpiador elevador
3.00	2.80	4.60	Gusano colector de polvo No 1
5.00	4.66	7.60	Gusano colector de polvo No 2
10.00	9.33	15.30	Gusano colector de polvo No 3
5.00	4.66	7.60	Tolva de agregados no 1
5.00	4.66	7.60	Tolva de agregados No 2
5.00	4.66	7.60	Tolva de agregados No 3
3.00	2.80	4.60	Tolva de agregados No 4
7.50	6.99	11.50	Banda de tolvas
20.00	18.65	30.60	Banda inclinada
0.75	0.70	1.10	Ventilador del ducto de polvo
5.00	4.66	7.60	Bomba de aceite patio
15.00	13.99	22.90	bomba de asfalto patio
15.00	13.99	22.90	Bomba de asfalto patio
15.00	13.99	22.90	Bomba de aceite caldera
1.00	0.93	1.50	soplador de caldera
75.00	69.94	114.70	Compresor Gardner Denver
3.00	2.80	4.60	Ventilador compresor GD
60.00	55.95	91.80	Compresor verde
10.00	9.33	15.30	Ventilador compresor verde

La demanda total en la planta asfaltadora Núm. 7 es de 910.75 H.P.

Con la información anterior, el siguiente paso es iniciar el rediseño del sistema eléctrico en primera fase para alta tensión y en segunda fase para baja tensión cuya potencia total se define integrando los valores parciales de cada sector y aumentando la potencia aparente que consume los circuitos adicionales de alumbrado interior y exterior, contactos monofásicos y cargas adicionales transitorias por herramienta eléctrica manual de tal manera que su resumen de demandas por área quedara definido en el siguiente capítulo.

2.2 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE

La Planta de Asfalto del D.D.F., esta en operación constante y tiene sus instalaciones diseminadas en el terreno que actualmente ocupa en la Ave. de la imán 236 , Delegación Coyoacán y a la fecha, el desgaste propio de la maquinaria y equipo con 20 años de servicio de trabajo muy pesado acusan un grado de deterioro tal que se hace necesaria su modernización.

La necesidad prioritaria de esta modernización es atender de inmediato el sistema eléctrico de potencia cuyo voltaje de operación es de 6000 V y presenta muchos problemas e interrupciones impredecibles a la producción por la obsolescencia de los dispositivos de control, protección y por carecer de componentes y refacciones en el mercado para este voltaje de 6000 V.

Para tener la información completa , necesaria y suficiente que se requiere para desarrollar el proyecto de modernización, es necesario practicar un levantamiento en las instalaciones eléctricas existentes anotando las especificaciones técnicas de cada dispositivo que esté en operación, sus condiciones de trabajo y rendimiento.

Tener el levantamiento de lo existente y aplicar la ingeniería adecuada a cada concepto nos permitirá definir si el equipo o material analizado puede seguir en operación o si debe ser retirado y sustituido por otro nuevo.

Las observaciones técnicas más relevantes que se han hecho a cada equipo y materiales eléctricos que están instalados son las siguientes:

2.2.1 Subestación receptora principal.

Equipo de seccionalización:

a) *Interruptor general de entrada en 23 Kv.*

Acusa un grave estado de deterioro en su sistema mecánico de apertura y cierre , sus partes mecánicas están muy gastadas y el accionamiento a veces termina sus ciclo de apertura y a veces no , motivo por el cual es muy peligroso que se quede a la mitad o menos de su carrera de cierre por que establece arco voltaico que erosiona los contactos , acidifica al aceite aislante y pierde sus propiedades dieléctricas.

Bajo el punto de vista de control eléctrico , este ya no existe . no tiene control remoto . no tiene relevadores de protección , no tiene comandos eléctricos de disparo y cierre . esta totalmente desmantelado el gabinete que contenía estos circuitos y nunca fueron reemplazados.

Este interruptor ya no cuenta con refacciones y representa un grave peligro el continuar utilizando en las condiciones actuales.

b) Cuchillas desconectadoras.

Es muy probable que las fallas del interruptor general se presentaron hace muchos años y ante esta situación se decidió instalar unas cuchillas desconectadoras de operación con carga y complementadas con juego de fusibles de potencia para protección del transformador de esta subestación, pero la falta de mantenimiento en estos dispositivos también acabó con su confiabilidad. En la actualidad están operando en condiciones muy precarias de seguridad y con falta de ajuste, limpieza, lubricación, reposición de conectores y mecanismo confiable para operación mecánica manual.

c) Cuchillas monopolares.

En algún momento, la subestación quedó equipada con cuchillas monopolares de simple tiro y operación con pértiga, pero a la fecha todo eso quedó parcialmente desmantelado, quedando únicamente dos piezas de nueve que eran , pero las que quedan no tienen los aisladores de pedestal y algunos de los existentes están rotos de la cabeza, flojos del afilerer y a punto de venirse al suelo por falta de tornillería.

d) Barras generales en 23 Kv.

Los buses están formados de cable de cobre , pero la falta de mantenimiento los tiene flojos, aisladores sin tornillería, herrajes que no son los adecuados, amarres provisionales que causan calentamiento y chisporroteo en el punto de contacto, todas las conexiones están hechas con grapa tipo perro que se utiliza para retenidas. la soportería de estos buses *ya no es confiable mecánica y eléctricamente, porque todo el material utilizado no es el adecuado y ya esta dañado por la intemperie y obsoleto.*

e) Dispositivos de control para alimentadores.

El voltaje secundario es de 6000 V y originalmente contaba con tres o cuatro alimentadores de distribución, protegidos por interruptores en aceite que contenían circuitos de control, relevadores de disparo por sobrecorriente y cierre eléctrico. Actualmente estos interruptores están desmantelados en lo que se refiere a los circuitos de control y su accionamiento mecánico ya esta inutilizado, de manera que son dispositivos que no pueden seguir instalados en el sitio y es probable que su obsolescencia haya sido con mayor tiempo por que no se reemplazaron en su oportunidad y en su lugar se instalaron corta circuitos fusibles que por no ser el equipo adecuado, en la actualidad están fuera de servicio la mayoría y terminaron por no instalar nada, conectando el cable en forma directa.

f) Transformador de potencia.

No tiene placa de datos pero todo parece indicar que es de 10 MVA con voltaje primario en 23 Kv. y 6 Kv. en el secundario y se desconoce el porcentaje de impedancia y no se sabe si el líquido aislante es aceite o askarel .

Sus condiciones de operación están totalmente fuera de las normas de seguridad, no cuenta con protección primaria ni secundaria de manera general, boquillas pintadas, cajas de conexiones sin conos de alivio, conectores fuera de norma, fugas del líquido aislante, oxidación completa en el tanque y radiadores, la boquilla del neutro no esta efectivamente aterrizada, los indicadores propios del transformador no funcionan.

Para esta subestación se recomienda que por sus condiciones actuales, edad y estado de los dispositivos , malas condiciones del transformador y la falta de protección , control y sistemas de tierras , es necesario desmantelarla y en su lugar instalar una nueva del tipo compacto servicio intemperie.

2.2.2 Líneas aéreas de distribución en 6 Kv.

Los alimentadores generales en 6 Kv., están formados por líneas aéreas soportadas en postes de concreto, pero se han venido modificando sus condiciones de operación, el material y los herrajes de reposición no han sido los que se requieren y son alimentadores aéreos totalmente fuera de las tres normas, la de construcción , la de operación y la de seguridad, de manera que su natural deterioro y su falta de materiales adecuados, más la necesidad de mantenerlas operando en condiciones actuales han acelerado su obsolescencia.

Se recomienda para estos alimentadores el no seguirlos utilizando ya pues su confiabilidad llego al limite inferior de envejecimiento pero se debe tomar la experiencia obtenida para establecer en los programas de mantenimiento de los nuevos alimentadores que es muy importante utilizar el material adecuado y no caer en el vicio de improvisar siempre que se atiende un detalle correctivo.

2.2.3 Subestaciones derivadas y transformadores.

El sistema actual esta integrado por la subestación receptora , las líneas aéreas descritas y subestaciones derivadas en los conjuntos de trituración 1 y 3 , plantas asfaltadoras 5,6 y 7 y subestación en el área de oficinas generales.

El estado actual de estas subestaciones se puede generalizar por que todas en mayor o menor grado tienen defectos semejantes y a continuación se relacionan:

- Carencia total de un sistema de tierras, los hilos del neutro en su mayoría no existen y los que llegan a existir no están referidos a tierra. La consecuencia de esto son las grandes variaciones de voltaje, que se acentúan cuando llega a suceder una falla entre fases; en ese instante el voltaje al neutro aumenta hasta en un 73 % .

Se recomienda un diseño exacto del sistema de tierras para las necesidades de la planta y tomando en consideración la clase de terreno y su alta resistencia eléctrica en Ω/m^2

- Las estructuras destinadas para contener los elementos aislantes, tienen bastante tiempo de no recibir mantenimiento de limpieza como desoxidación, apriete de tornillería, pintura adecuada y referirlas a tierra efectiva.

Se recomienda que por su estado físico sean retiradas, rehabilitadas y destinadas a otro uso que no sea soportaría eléctrica.

- Las acometidas son tratadas y construidas como si estuvieran destinadas a manejar baja tensión, los cables de 6 Kv. no tienen el aislamiento confiable. carecen de terminales adecuadas, los conectores no proporcionan una adecuada superficie de contacto, los cables van canalizados en poliducto que no es utilizable para ese voltaje primario, además este poliducto se llena de agua en las partes bajas y ayuda al deterioro acelerado del aislamiento , no cuentan con los elementos seccionadores adecuados , han sido equipadas con elementos cortacircuitos de todos los niveles de voltaje , no tienen instalados apartarrayos tipo estación o tipo distribución .

Se recomienda su retiro y sustituirlas por las del nuevo voltaje primario que deben construirse con todas las normas de seguridad.

- Cada nivel de voltaje tiene su propio nivel básico de impulso y en base a ello se diseña y se fabrica el aislador que corresponda al sistema dependiendo del voltaje , pero si se altera el acabado que tiene de fabrica , las características propias del aislador no son las mismas, este comentario viene al caso porque la mayoría de aisladores tipo alfiler y pedestal que están en servicio exterior fueron pintados con anticorrosivo color rojo ocre y este tipo de material eléctrico nunca debe ser pintado, al contrario debe ser lavado , desengrasado , desoxidado y descontaminado para que garantice la pureza de su aislamiento.

Todo este material para 6 Kv. Debe ser retirado y sustituido con el de nuevo voltaje, pero aprovechar la experiencia y no pintar los elementos aislantes durante los programas de mantenimiento.

- Los transformadores de cada subestación carecen de un interruptor general en alta tensión, lo mas que llegan a tener y fuera de norma son cortacircuitos fusibles tipo canilla que no se sabe si en caso de falla van operar con seguridad. Varios tienen las boquillas pintadas de anticorrosivo, fugas de líquido aislante en el tanque y radiadores, carecen de indicadores para nivel y temperatura, varios tienen la boquilla del neutro sin utilizar, en general les falta mantenimiento en el tanque, boquillas y tratamiento al aislante. Un problema serio es que muchos de los transformadores son de diseño muy antiguo, son de frecuencia 50 y 60 Hz. Y en lugar de aceite aislante tienen bifenilo policlorado o askarel que es un líquido altamente estable. magnifico aislante líquido, no corrosivo, no inflamable, pero no es biodegradable y bajo ciertas condiciones de temperatura entre 600 y 700 °C, presión, tiempo de exposición y presencia de oxígeno, las mezclas de BPC's pueden producir vapores de ácido clorhídrico de toxicidad aguda y en menor cantidad dioxinas. Por lo tanto es urgente el retiro de estos transformadores que por su alto grado de deterioro y fugas de líquido aislante, puede ser peligroso que sigan contaminando con askarel.

2.2.4 Centros de control de motores y tableros

- La operación de conjuntos de trituración y plantas asfaltadoras es a base de motores eléctricos de inducción en voltajes de 220 y 440 Volts controlados desde las casetas para tal efecto, pero sus sistemas eléctricos no han escapado a la forma de hacerlos operar en condiciones fuera de las normas vigentes para seguridad y buen funcionamiento.
- El centro de control de motores del conjunto No 1 en un estado de cables en formas por demás desordenada y peligrosa para el sistema y para el operador porque son frentes vivos con potencial presente en las terminales. Es claro que ha sido implementado como lo va pidiendo la necesidad, pero su diseño y la instalación se hicieron de manera muy elemental y no cumple con las normas de seguridad, de protección eléctrica y de garantía de operación.
- En las mismas condiciones existe el centro de control de motores que se diseñó e instaló para manejo de las tolvas de la planta asfaltadora No 7 y también esta fuera de las normas de seguridad y protección.
- Los centro de control de motores que son propios del equipo como los de las plantas asfaltadoras 5, 6 y 7 tienen un poco más de orden y seguridad, pero requieren la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo en unos casos y correctivo en otros, por que se nota que han sufrido modificaciones con respecto a su diseño original y han sido abastecidos con equipos suplementarios y adaptados.

- Los tableros generales de baja tensión están casi todos en las mismas condiciones de obsolescencia, la mayoría de los interruptores en aceite de modelos muy antiguos , frente vivo, boquillas exteriores de porcelana algunas rotas , ya no se encuentran refacciones , ya no existe la marca, su bobina de disparo y su control eléctrico están desmantelados, *ya no hay manera de ajustar las protecciones para que operen en determinadas circunstancias de corto circuito, por lo tanto es un equipo al que ya no se le puede pedir más tiempo de vida útil.*

2.2.5 Conductores de baja tensión.

- Todo el sistema eléctrico de baja tensión se alimenta con alambres y cables a veces forrados y a veces desnudos y en la actualidad los forrados ya tiene su aislamiento muy deteriorado por la acción del tiempo , la contaminación, el esfuerzo por los cortos circuitos, el abuso que se ha hecho por su resistencia mecánica y sobre todo la falta de canalización y de soportería. La mayoría de los cables, aunque son de aislamiento para uso rudo han sido sometidos a tratamientos muy severos por estar a la intemperie y sin ninguna clase de protección que los preserve de la erosión y a la fecha ya acusan graves deterioro en los forros exteriores; en muchos casos las longitudes son excesivas y favorecen a las caídas de voltaje. Debido a lo anterior se recomienda:
- Cortar los excesos de cable y dejar las longitudes exactas que cada alimentador debe tener.
- Diseñar o instalar las canalizaciones y soportería que preserven a los cables de la intemperización, contaminación y deterioro por contacto directo con el suelo que somete al cable a humedades , aceites y demás agentes que aceleran la degradación de su aislamiento y forros mecánicos.
- Reponer los cables que no pasen la prueba de rigidez de aislamiento.
- Verificar que los calibres instalados aún son suficientes para la demanda de corriente nominal actual.

2.2.6 Alumbrado exterior.

El sistema de alumbrado exterior en cada una de las áreas de conjunto de trituración , plantas asfaltadoras, talleres, estacionamientos, patios de maniobras, almacenes y oficinas, está implementado de manera muy provisional con luminarias que ya no están dando el servicio para el que fueron instalados , por que ya están rotos de sus componentes , sin refractor, sin reflector, existen de todos los tipos en aplicaciones donde no son eficientes y únicamente consumen una gran cantidad de energía sin tener la mínima eficiencia, por que fueron diseñados para otro tipo de servicio y no para lo que se tienen instalados.

Se recomienda : un mejor servicio en las áreas por iluminar , especificar luminarias de mayor eficiencia y de menor consumo de energía , fuente luminosa adecuada para cada aplicación con instalación que garantice resultados fotométricos normales.

Aplicación del proyecto:

Terminado el proyecto con la tecnología adecuada mostrada en planos y establecidas las especificaciones, tablas analíticas, catálogos de conceptos de obra, programas de ejecución, se expone la solución que se plantea y su aplicación por fases para construir por etapas las redes eléctricas en A.T. y B.T. e instalar el equipamiento necesario sin interrumpir en ningún momento el funcionamiento de los conjuntos de trituración, plantas asfaltadoras, y actividades cotidianas que requiere la Planta de Asfalto para su operación.

2.3 DESARROLLO DEL PROYECTO

El siguiente paso es dar inicio a los planteamientos básicos para desarrollar el proyecto ejecutivo que definirá las especificaciones del equipo, el esquema de protecciones y la configuración del sistema eléctrico.

Lo anterior se lleva a cabo de la siguiente forma:

2.3.1 Definición del voltaje primario y el secundario.

Se analizan las condiciones del terreno, sus dimensiones y las posibilidades de instalación de una red de distribución en base a las necesidades de lo planteado anteriormente y con estas características, el planteamiento definitivo es diseñar la red de distribución primaria en 23000 Volts y con la capacidad adecuada para cubrir las necesidades de disponibilidad de energía que requiere cada una de las zonas de demanda y diseñar las subestaciones tipo compacta servicio interior o intemperie con sus transformadores cuya capacidad deberá cumplir específicamente en cada una de las zonas y cuyo voltaje secundario debe ser en 440 Volts porque todo el equipo existente en la Planta de Asfalto, está especificado para operar en ese voltaje.

Los circuitos que requieran voltaje de fase de 220V y 127 V para voltaje al neutro, serán alimentados por transformadores de distribución de 440/220-127 V de la capacidad que cada caso requiera.

2.3.2 Se definen las zonas que tendrán subestaciones tipo compacta.

El desarrollo de la configuración del diagrama unifilar en lo correspondiente a la parte de alta tensión integra eléctricamente las áreas de alimentación a edificios administrativos, conjuntos de trituración, plantas asfaltadoras, alumbrado exterior, talleres de diferentes especialidades. Para ello se definen en el terreno las zonas principales eléctricamente identificables que son las mismas que se trataron en anteriores capítulos a saber:

- Subestación receptora principal de 23 KV.
- Subestación derivada para conjunto de trituración N° 1
- Subestación derivada para conjunto de trituración N° 3
- Subestación derivada para planta asfaltadora N° 5
- Subestación derivada para planta asfaltadora N° 6
- Subestación derivada para planta asfaltadora N° 7
- Subestación derivada para taller de maquinaria pesada
- Subestación derivada para taller de soldadura y pailería
- Subestación derivada para Taller eléctrico de motores.
- Subestación derivada para taller mecánico.
- Subestación derivada para Oficinas Generales.

2.3.3 Componentes para cada subestación del nuevo sistema.

Subestación Receptora Principal.

De fabricación tipo compacta , servicio intemperie.

La utilización de esta subestación es para recepción de la acometida de LyFC en 23 Kv. Con medición del consumo de energía , proporcionar la protección y control de la distribución del voltaje primario con líneas aéreas hacia las subestaciones derivadas.

La configuración de esta subestación debe ser la siguiente.

- + Sección de alta tensión en 23 Kv, servicio intemperie
 - Un gabinete para acometida en el voltaje primario de distribución en 23 Kv. Y equipada con dispositivos de medición para consumo de energía medida en Kwh y en KvaH
 - Un gabinete con cuchilla de servicio, tripolar de operación simultánea y sin carga .
 - Un gabinete con el interruptor general para todo el sistema.
 - Un gabinete conteniendo el camino de barras para formar bus general .
 - Cuatro gabinetes conteniendo cada uno el interruptor y apartarrayos de protección y control para los cuatro alimentadores derivados a saber:
 Alimentador derivado para SE receptora de conjunto 1 y planta asfaltadora 7
 Alimentador derivado para SE receptora de conjunto 3 y planta asfaltadora 6
 Alimentador derivado para SE taller mecánico y taller de pailería .
 Alimentador derivado para SE taller maquinaria pesada. Of. Grales. , planta asfaltadora 5 y taller eléctrico.
- Ver figura 2.1

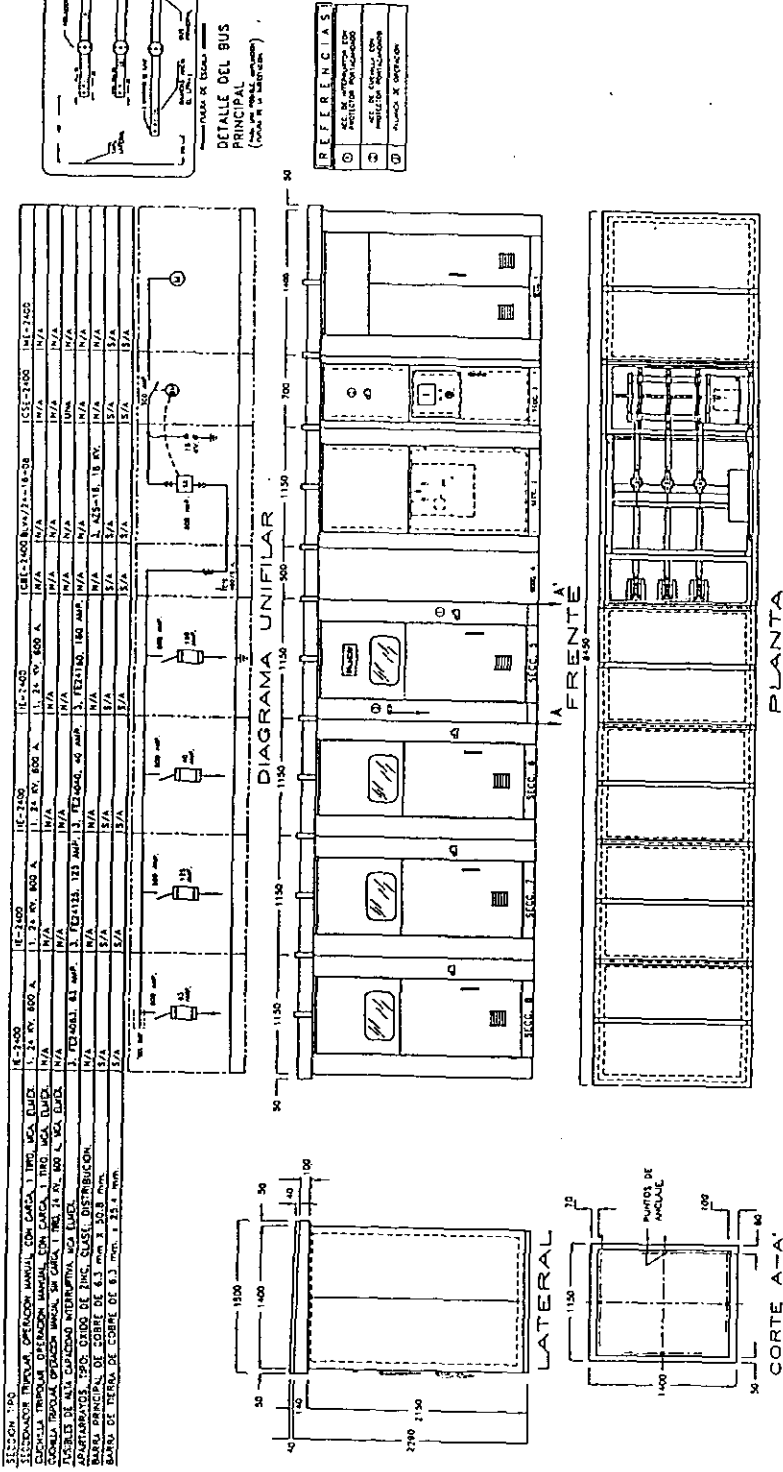
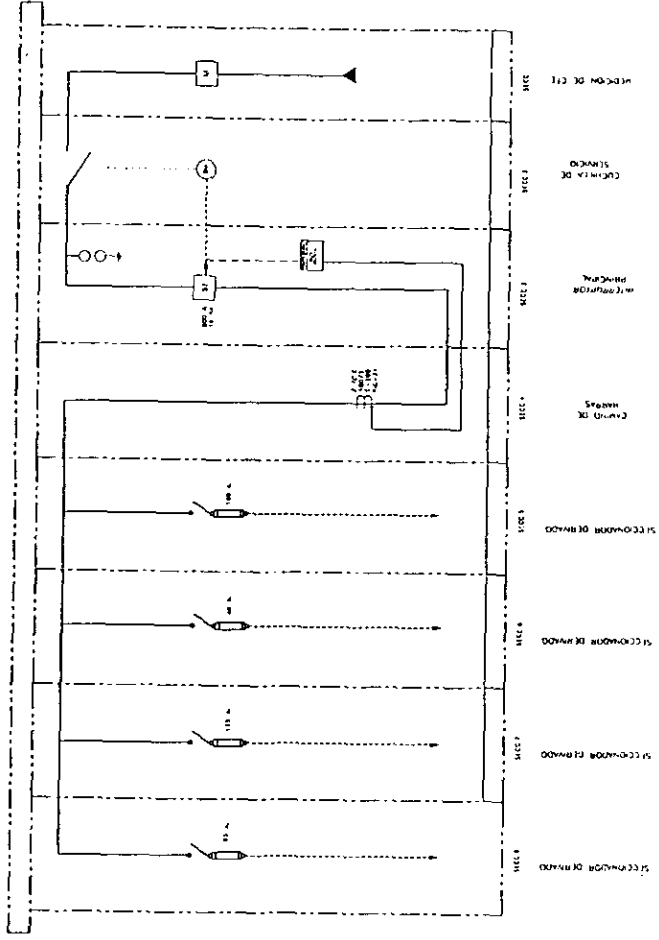


Figura 2.1 Subestación receptora principal.



LEYENDA

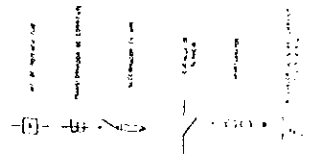


Diagrama unifilar

Subestación receptora derivada a conjunto 3 y planta 6.

De fabricación tipo compacta , servicio interior.

La utilización de esta subestación es para recibir en la caseta del conjunto 3 la línea de 23 Kv, que llega de la subestación principal; proporcionar un alimentador en 23 Kv. con línea aérea para enérgizar la subestación derivada hacia el conjunto de trituración 1 y con un segundo alimentador enérgizar el transformador que estará directamente acoplado y perteneciente al conjunto N° 3.

La configuración de esta subestación debe ser la siguiente:

- + Sección de alta tensión en 23 Kv. servicio interior.
 - Un gabinete para acometida con cuchilla desconectadora de servicio . tripolar de operación simultánea y sin carga.
 - Un gabinete con interruptor en aire para protección y control del alimentador derivado a la planta de asfalto No 6
 - Un gabinete con interruptor en aire para protección y control del transformador propio del conjunto N° 3.
 - Un gabinete para acoplar este interruptor con el transformador propio del conjunto N° 3.

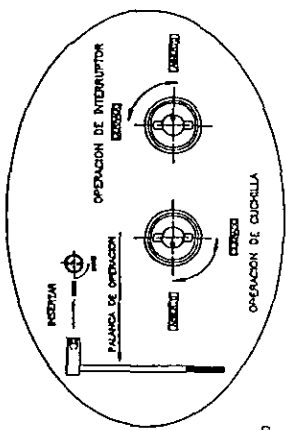
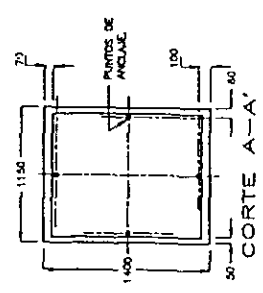
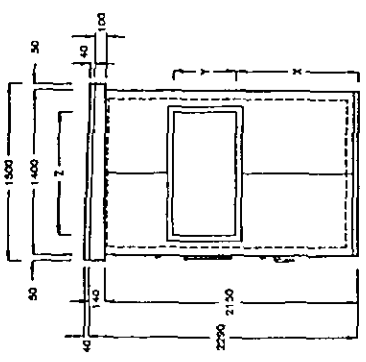
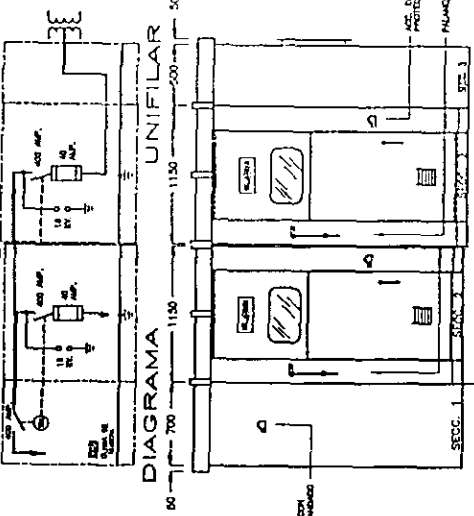
- + Sección de baja tensión en 440 V, servicio interior.
 - Un tablero general de distribución en baja tensión directamente acoplado al transformador del conjunto N°3 , con interruptor general en baja tensión tipo electromagnético, conteniendo ménsula de medición para voltaje y corriente, completo con los interruptores derivados que requiera.

Las características y capacidades del transformador de potencia y su interruptor general e interruptores derivados se especifican más adelante.
Ver figura 2.2

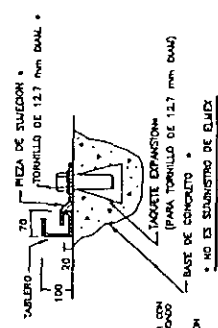
SECCION TIPO

- SECCIONADOR TRIPOLAR OPERACION MANUAL CON CARGA 1 TIPO WCA, EULEX
- CUCHILLA TRIPOLAR OPERACION MANUAL CON CARGA 1 TIPO WCA, EULEX
- CUCHILLA TRIPOLAR OPERACION MANUAL SIN CARGA 1 TIPO ZK KY, 40 A, WCA, EULEX
- FUSIBLES DE ALIL CARBONO INTERRUPTORA WCA, EULEX
- APERTURAS: TIPO ORODO DE ZINCO, EULEX, DISTRIBUCION:
- BARRA PRINCIPAL DE COBRE DE 8,5 mm x 38,1 mm.
- BARRA DE TIERRA DE COBRE DE 8,5 mm x 19 mm.

AE-2400	AE-2400	AE-2400
N/A	1. 24 KV, 400 A.	N/A
N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A
N/A	3. PE24040, 40 AMP.	N/A
N/A	3. K25-1E, 1E KV.	N/A
N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A



TALLE DE ACCIONAMIENTO DE INTERRUPTOR Y CUCHILLA.



DETALLE DE ANCLAJE

NOTA: LOS BARRAS DE LA BARRA (D.V.2) SE SUSTITUYEN POR S/ANCLAJE.

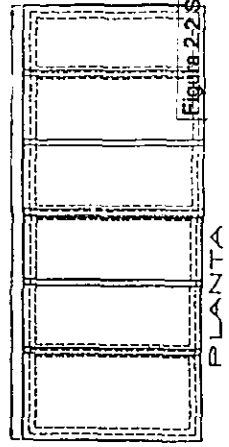


Figura 2-2 Sub. derivada Cto. 3 y Pla. 6

Subestación derivada al conjunto de trituración N° 1

De fabricación tipo compacta , servicio interior.

La utilización de esta subestación es para recibir en la caseta del conjunto de trituración N°1 el alimentador en 23 Kv que llega de la subestación receptora principal y energizar el transformador que estará directamente acoplado y perteneciente al conjunto N° 1.

La configuración de esta subestación debe ser la siguiente:

- + Sección de alta tensión en 23 Kv. servicio interior.
 - Un gabinete para acometida con cuchilla desconectadora de servicio, tripolar de operación simultánea y sin carga.
 - Un gabinete con interruptor en aire para protección y control del transformador propio del conjunto N° 1
 - Un gabinete para acoplar este interruptor con el transformador propio del conjunto N° 1.

- + Sección de baja tensión en 440 V, servicio interior .
 - Un tablero general de distribución en baja tensión directamente acoplado a las barras de voltaje secundario del transformador del conjunto N° 1, con interruptor general en baja tensión tipo electromagnético, conteniendo ménsula de medición para voltaje y corriente. completo con los interruptores derivados que requiera.

Las características y capacidades del transformador de potencia y su interruptor general e interruptores derivados se especifican más adelante.

Ver figura 2.3

SECCION TIPO
 SECCIONADOR TRIPOLAR, OPERACION MANUAL CON CARGA 1 TIPO, MCA. ELIMEX
 CUCHILLA TRIPOLAR, OPERACION MANUAL CON CARGA 1 TIPO, MCA. ELIMEX
 CUCHILLA TRIPOLAR, OPERACION MANUAL SIN CARGA 1 TIPO, 24 KV, 400 A, MCA. ELIMEX
 TUBOS DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTOR, MCA. ELIMEX
 APARATOS TIPO OTOBO DE T.M.C. CLASE, DISTRIBUCION
 BARRA PRINCIPAL DE COBRE DE 6.3 mm x 31 mm
 BARRA DE TIERRA DE COBRE DE 6.3 mm x 18 mm

45-2400	MF-2400	452-2400
M/A	1, 24 KV, 400 A	M/A
M/A	M/A	M/A
M/A	M/A	100A
M/A	1, 24 KV, 400 AMP	M/A
M/A	1, 452-18, 18 KV	M/A
S/A	M/A	S/A
S/A	M/A	S/A

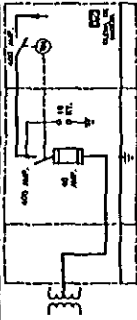
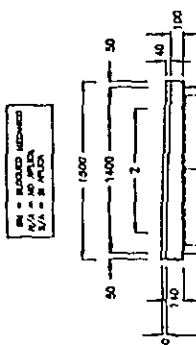
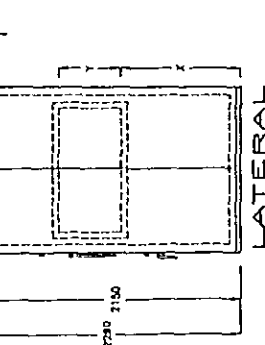


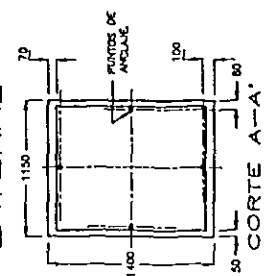
DIAGRAMA UNIFILAR



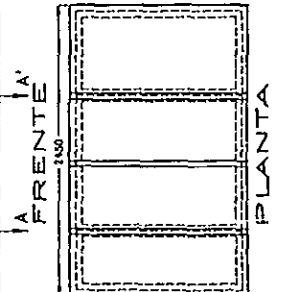
MM = BLOQUEO MEDIO
 M/A = NO APILA
 S/A = SI APILA



LATERAL

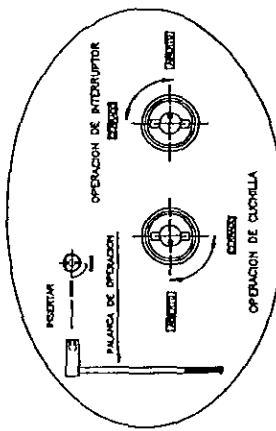


CORTE A-A'

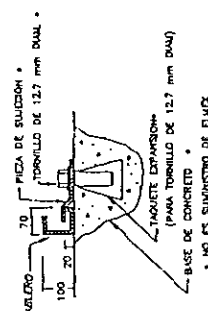


FRONTE

PLANTA



DETALLE DE ACCIONAMIENTO DE INTERRUPTOR Y CUCHILLA.



DETALLE DE ANCLAJE
 FUERA DE ESCALA

NOTA: LAS BORNAS DE LA BARRA (A-A') SE
 DANAN POR SEPARADO.

Figura 2.3 Sub. derivada conjunto 3

Subestación derivada para planta asfáltadora N° 7

De fabricación tipo compacta, servicio intemperie.

La utilización de esta subestación es para recibir en la caseta de la planta asfáltadora N° 7, el alimentador en 23 Kv. que llega de la subestación principal y energizar el transformador que estará directamente acoplado y perteneciente a esta planta N° 7.

La configuración de esta subestación debe ser la siguiente:

- + Sección de alta tensión en 23 Kv. servicio interior.
 - Un gabinete para acometida con cuchilla desconectadora de servicio, tripolar de operación simultánea y sin carga.
 - Un gabinete con interruptor en aire para protección y control del transformador propio de la planta asfáltadora N° 7.
 - Un gabinete para acoplar este interruptor con el transformador propio de la planta asfáltadora N° 7.

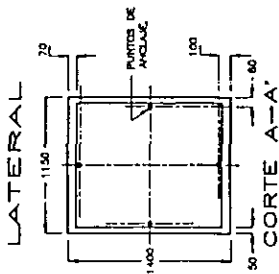
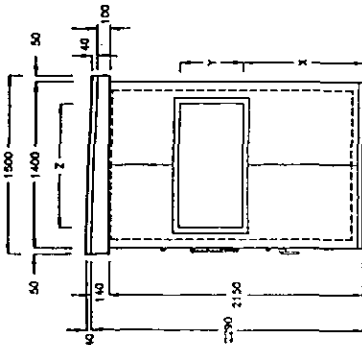
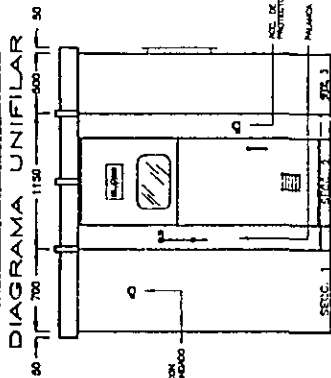
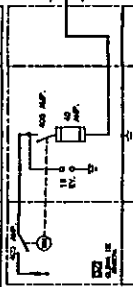
- + Sección de baja tensión en 440 V. servicio interior.
 - Un tablero general de distribución directamente acoplado a las barras del voltaje secundario del transformador de esta planta N° 7 con interruptor general en baja tensión tipo electromagnético, conteniendo ménsula de medición para voltaje y corriente, completo con los derivados que requiera.

Las características y capacidades del transformador de potencia y su interruptor general e interruptores derivados se especifican más adelante.

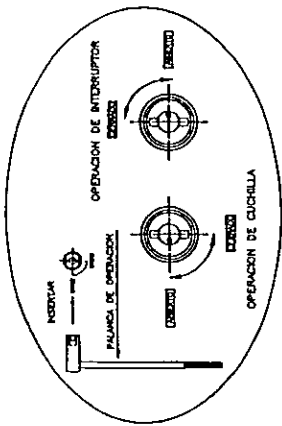
Ver figura 2.4

SECCION TIPO

SECCIONADOR TIPOPLAS, OPERACION MANUAL CON CARGA, 1 TIRO, MCA, EUMEX.	ACE-2400	AE-2400
CUCHILLA TIPOPLAS, OPERACION MANUAL CON CARGA, 1 TIRO, MCA, EUMEX.	N/A	N/A
CUCHILLA TIPOPLAS, OPERACION MANUAL SIN CARGA, 1 TIRO, MCA, EUMEX.	N/A	N/A
FUSIBLES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA, MCA, EUMEX.	UNA	N/A
APARATOS TIPO: OROJO DE ZINC, CLASE, DISTRIBUCION.	3. FUSIBLES, 50 AMP.	N/A
BARJA PRINCIPAL DE COBRE DE 8.3 mm X 38.1 mm.	3. ACE-12, 18 KV.	N/A
BARRA DE TIERRA DE COBRE DE 8.3 mm X 19 mm.	S/A	S/A

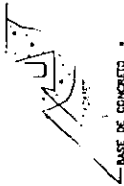


UNA = BARRAS MENORES
 N/A = NO APLICABLE
 S/A = SIN APLICAR



DETALLE DE ACCIONAMIENTO DE INTERRUPTOR Y CUCHILLA.

BASE DE COBRE *
 TORNILLO DE 12.7 mm DIAM. *



BASE DE CONCRETO *
 * NO ES SUJETO DE ELIM.

DETALLE DE ANCLAJE
 FUERA DE ESCALA

NOTA: LAS DIMES DE LA BARRA (A-A) SE DAN POR SU PROPIO.

Figura 2.4 Sub. derivada planta 7

Subestación derivada para la planta asfaltadora N° 6

De fabricación tipo compacta, servicio interior.

La utilización de esta subestación es para recibir en la caseta de la planta asfaltadora N° 6, el alimentador en 23 Kv. que llega de la subestación de el conjunto de trituración N° 3 que es receptora y energizar el transformador que estará directamente acoplado y perteneciente a esta planta N° 6.

La configuración de esta subestación debe ser la siguiente:

- + Sección de alta tensión en 23 Kv, servicio interior.
 - Un gabinete para acometida con cuchilla desconectadora de servicio, tripolar de operación simultánea y sin carga.
 - Un gabinete con interruptor en aire para protección y control del transformador propio de la planta asfaltadora N° 6.
 - Un gabinete para acoplar este interruptor con el transformador propio de la planta asfaltadora N° 6.
- + Sección de baja tensión en 440 V, servicio interior.
 - Un tablero general de distribución en baja tensión directamente acoplado a las barras del voltaje secundario del transformador de esta planta N° 6, con interruptor general en baja tensión tipo electromagnético, conteniendo ménsula de medición para voltaje y corriente, completo con los interruptores derivados que requiera.

Las características y capacidades del transformador de potencia y su interruptor general e interruptores derivados se especifican más adelante.

Ver figura 2.5

Subestación derivada para el taller de maquinaria pesada

De construcción tipo rural en poste.

La utilización de esta subestación es para recibir en su estructura eléctrica el alimentador en 23 Kv. que llega de la subestación receptora principal a través del alimentador para el circuito en 23 Kv. de Oficinas Generales y energizar el transformador tipo distribución que va montado en el mismo poste de la estructura de acometida para este taller.

La configuración de esta subestación debe ser la que se muestra en la figura que cumple con las normas CFE para la sección de alta tensión.

- + Sección de baja tensión en 220 V, servicio interior.
 - Un tablero general de distribución en baja tensión conectado a través de cable desde el secundario del transformador de esta subestación, con interruptor general en baja tensión tipo termomagnético, completo con los interruptores derivados que requiera.

Ver figura 2.6

SECCION TIPO

- SECCIONADOR TRIPOLAR OPERACION MANUAL CON CARGA 1 TIPO MCA BLUES
- CUCHILLA TRIPOLAR OPERACION MANUAL CON CARGA 1 TIPO MCA BLUES
- SUBCILI TRIPOLAR OPERACION MANUAL SIN CARGA 1 TIPO 24 RY 430 L MCA BLUES
- FIJEROS DE ALTA CAPACIDAD INDEPENDIENTE MCA BLUES
- APARATOS TIPO ORO DE ZINC CLASE DISTRIBUCION
- BARRA PRINCIPAL DE COBRE DE 6.3 mm x 3.1 mm
- BARRA DE TIERRA DE COBRE DE 6.3 mm x 1.9 mm

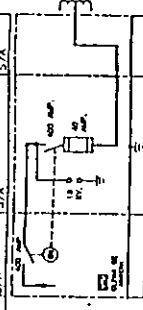
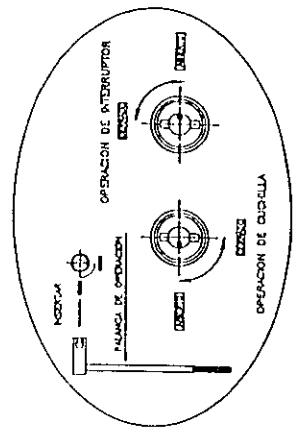
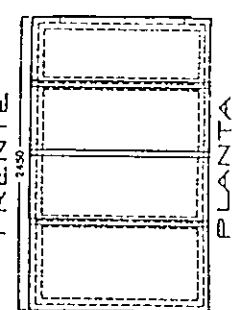
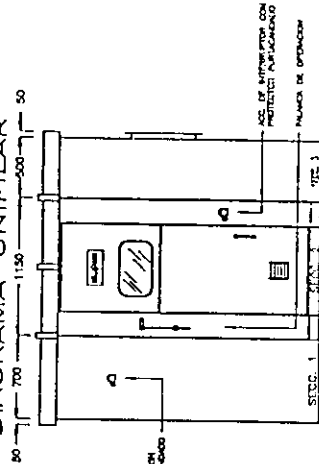
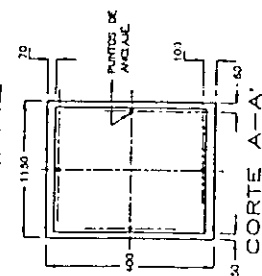
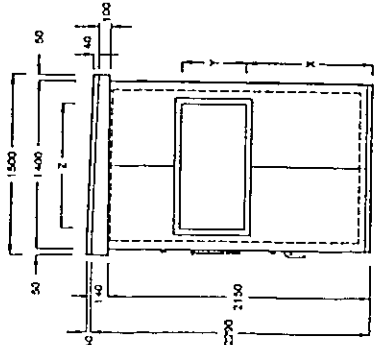
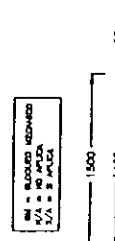
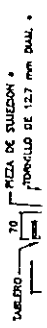


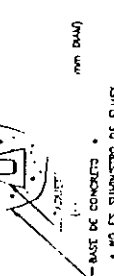
DIAGRAMA UNIFILAR



DETALLE DE ACCIONAMIENTO DE INTERRUPTOR Y CUCHILLA



TABLERO 70 mm
PIEZA DE SUIECON •
TORNILLO DE 12.7 mm DIAM. •



BASE DE CONCRETO •
• HO DE SUJESTION DE 4 mm DIAM)
DETALLE DE ANCLAJE
FUERA DE ESCALA

NOTA: LAS UNIDADES DE LA SERIE (MCA) SE DAN POR SEPARADO.

Figura 2.5 Sub. derivada planta 6

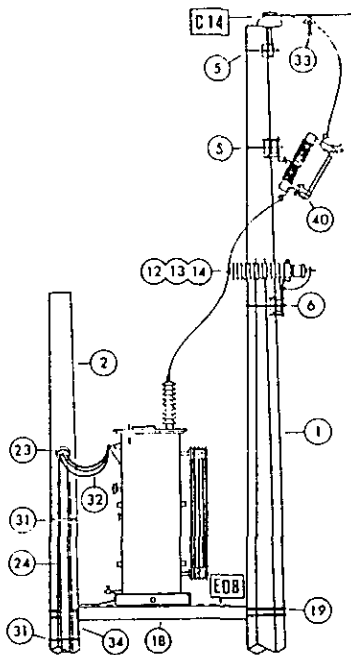
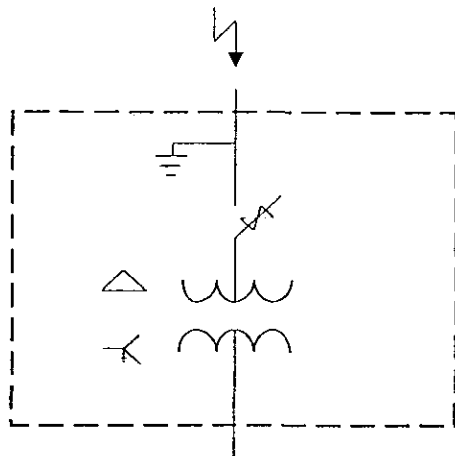


FIGURA 2.6 SUBESTACION DERIVADA TALLER DE MAQUINARIA PESADA
Tipo Rural

Subestación derivada para Oficinas Generales

De fabricación tipo compacta, servicio interior.

La utilización de esta subestación es para recibir en la caseta para subestación de oficinas generales, el alimentador en 23 Kv. que llega de la subestación receptora principal y energizar el transformador que estará directamente acoplado y perteneciente a esta subestación.

La configuración de esta subestación debe ser la siguiente:

- + Sección de alta tensión en 23 Kv. servicio interior.
 - Un gabinete para acometida con cuchilla desconectadora de servicio, tripolar de operación simultánea y sin carga.
 - Un gabinete con interruptor en aire para protección y control del transformador propio de la subestación.
 - Un gabinete para acoplar este interruptor con el transformador propio para servicio de oficinas generales.

- + Sección de baja tensión en 220V. servicio interior
 - Un tablero general de distribución en baja tensión directamente acoplado a las barras del lado secundario del transformador de estas oficinas generales, con interruptor general en baja tensión tipo electromagnético, conteniendo ménsula de medición para voltaje y corriente, completo con los interruptores derivados que requiera.

Las características y capacidades del transformador de potencia y su interruptor general e interruptores derivados se especifican más adelante.

Ver figura 2.7

Subestación derivada para la Planta Asfaltadora N° 5

De fabricación tipo compacta, servicio intemperie.

La utilización de esta subestación es para recibir en la caseta de la planta asfaltadora N° 5, el alimentador en 23 Kv. que llega de la subestación principal y energizar el transformador que estará directamente acoplado y perteneciente a esta planta N° 5.

La configuración de esta subestación debe ser la siguiente:

+ Sección de alta tensión en 23 Kv. servicio interior.

- Un gabinete para acometida con cuchilla desconectadora de servicio, tripolar de operación simultánea y sin carga.
- Un gabinete con interruptor en aire para protección y control del transformador propio de la planta asfaltadora N° 5.
- Un gabinete para acoplar este interruptor con el transformador propio de la planta asfaltadora N° 5.

+ Sección de baja tensión en 440 V, servicio interior.

- Un tablero general de distribución directamente acoplado a las barras del lado secundario del transformador de esta planta N° 5, con interruptor general en baja tensión tipo electromagnético, conteniendo ménsula de medición para voltaje y corriente, completo con los derivados que requiera.

Las características y capacidades del transformador de potencia y su interruptor general e interruptores derivados se especifican más adelante.

Ver figura 2.8

Subestación derivada para el taller eléctrico de motores.

De construcción tipo rural en poste.

La utilización de esta subestación es para recibir en su estructura eléctrica el alimentador en 23 Kv. que llega de la subestación receptora principal a través del alimentador para el circuito en 23 Kv. de Oficinas Generales y energizar el transformador tipo distribución que va montado en el mismo poste de la estructura de acometida para este taller eléctrico.

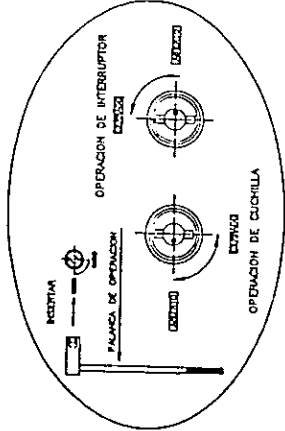
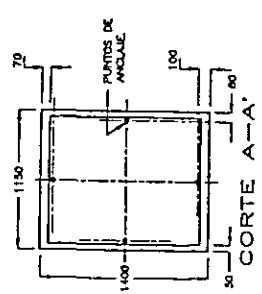
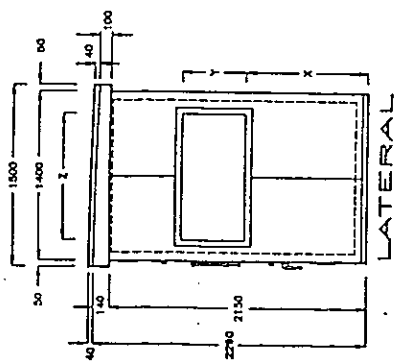
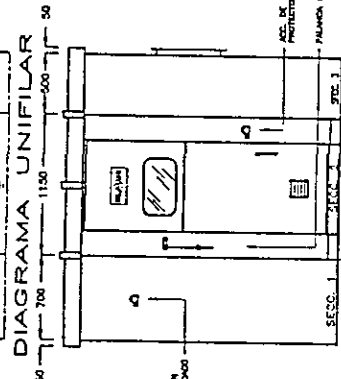
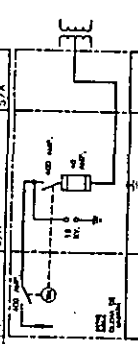
La configuración de esta subestación debe ser la que se muestra en la figura y cumple con las normas CFE para la sección de alta tensión.

+ Sección de baja tensión en 440 V, servicio interior.

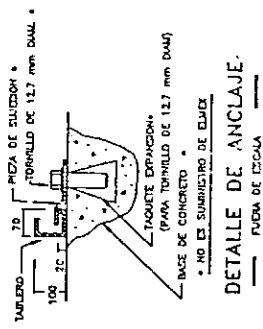
- Un tablero general de distribución en baja tensión conectado a través de cable desde el secundario del transformador de esta subestación, con interruptor general en baja tensión tipo termomagnético, completo con los interruptores derivados que requiera.

Ver figura 2.9

SECCION TIPO	VCE-21400	VE-71400	VE-71400
SECCIONADOR TRABAJO, OPERACION MANUAL CON CARGA, 1 TIPO, MCA. ELIMEX.	N/A	N/A	14E-71400
CUCHILLA TRABAJO, OPERACION MANUAL CON CARGA, 1 TIPO, MCA. ELIMEX.	N/A	N/A	N/A
CUCHILLA TRABAJO, OPERACION MANUAL SIN CARGA, 1 TIPO, MCA. ELIMEX.	N/A	N/A	N/A
RESISTOR DE ALTA CAPACIDAD INTERIOR, MCA. ELIMEX.	N/A	N/A	N/A
APARATOS TIPO: DIEZO DE ZINC, CLASE; DISTRIBUCION.	N/A	N/A	N/A
BARRA PRINCIPAL DE COBRE DE 6.3 mm x 36.1 mm.	N/A	N/A	N/A
BARRA DE TIRRA DE COBRE DE 6.3 mm x 19 mm.	N/A	N/A	N/A



DETALLE DE ACCIONAMIENTO DE INTERRUPTOR Y CUCHILLA



DETALLE DE ANCLAJE

NOTA: LAS DIMES. DE LA BARRA (X,Y,Z) SE DETERM. POR SEPARADO.

Figura 2.6 Sub. derivada planta 5

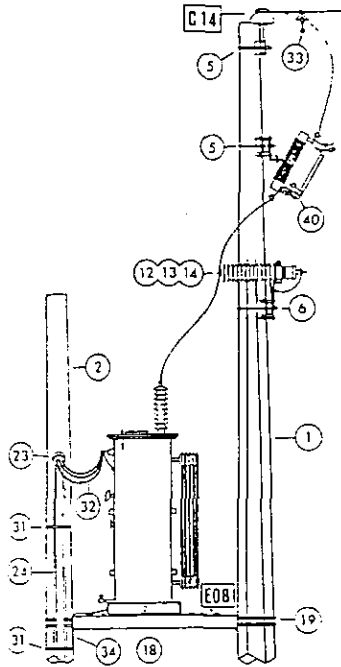
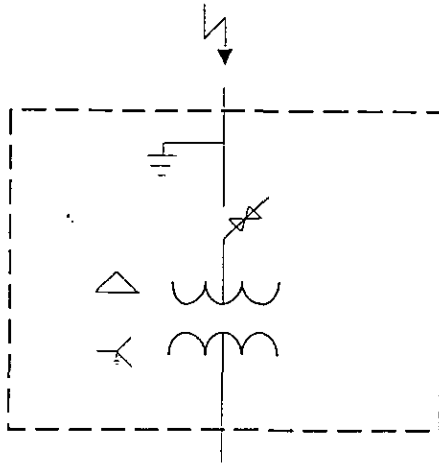


FIGURA 2.9 SUBESTACION DERIVADA TALLER ELECTRICO
Tipo Rural

Subestación derivada para el taller mecánico.

De construcción tipo rural en poste.

La utilización de esta subestación es para recibir en su estructura eléctrica el alimentador en 23 Kv. que llega de la subestación receptora principal y energizar el transformador tipo distribución que va montado en el mismo poste de la estructura de acometida para este taller mecánico.

La configuración de esta subestación debe ser la que se muestra en la figura y cumple con las normas CFE para la sección de alta tensión.

+ Sección de baja tensión en 220 V, servicio interior.

- Un tablero general de distribución en baja tensión conectado a través de cable desde el secundario del transformador de esta subestación , con interruptor general en baja tensión tipo termomagnético, completo con los interruptores derivados que requiera.

Ver figura 2.10

Subestación derivada para el taller de soldadura y pailería.

De construcción tipo rural en poste.

La utilización de esta subestación es para recibir en su estructura eléctrica el alimentador en 23 Kv. que pertenece al mismo alimentador del taller mecánico y que llega de la subestación receptora principal y energizar el transformador tipo distribución que va montado en el mismo poste de la estructura de acometida para este taller de soldadura y pailería.

La configuración de esta subestación debe ser la que se muestra en la figura y cumple con las normas CFE para la sección de alta tensión.

+ Sección de baja tensión en 220 V, servicio interior.

- Un tablero general de distribución en baja tensión conectado a través de cable desde el secundario del transformador de esta subestación , con interruptor general en baja tensión tipo termomagnético, completo con los interruptores derivados que requiera.

Ver figura 2.11

En el apéndice se muestra todo el conjunto de subestaciones mediante el diagrama unifilar general.

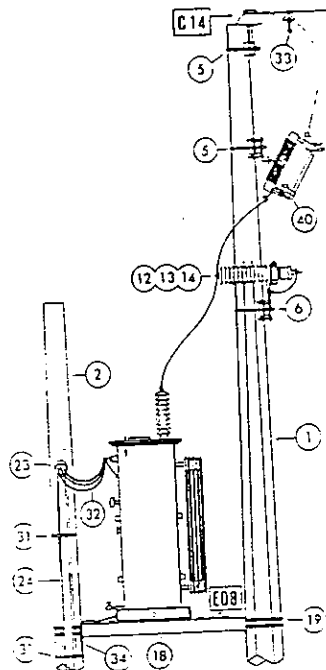
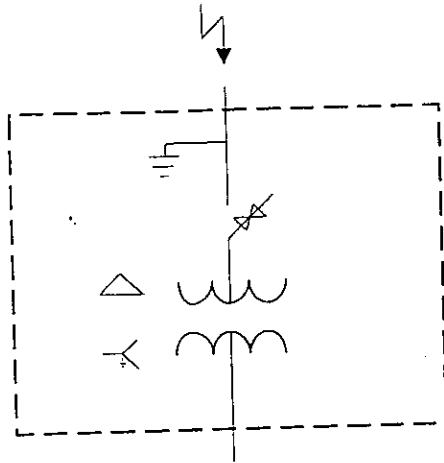


FIGURA 2.10 SUBESTACION DERIVADA TALLER MECANICO
Tipo Rural

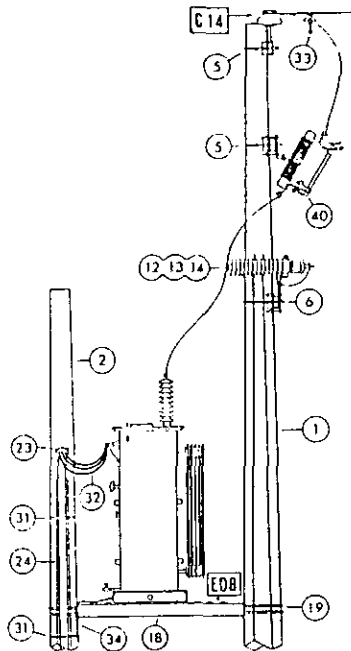
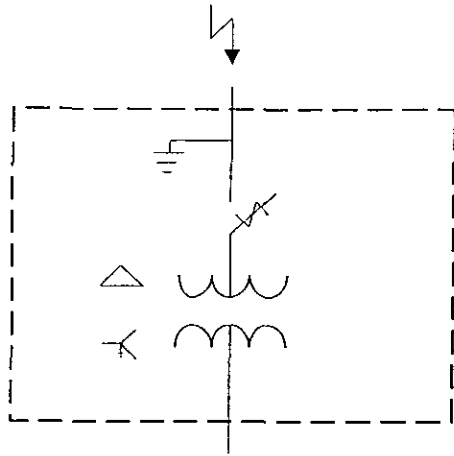


FIGURA 2 11 SUBESTACION DERIVADA TALLER DE SOLDADURA Y PAILERIA
Tipo Rural

2.4 CAPACIDADES EN TRANSFORMADORES

La demanda para cada subestación requiere de un cálculo sencillo para determinar la capacidad de su transformador.

Consideremos los siguientes elementos medidos:

0.746	=	Kilowatts considerados por cada HIP
HP	=	Potencia en caballos de fuerza que demanda un Conj. Tr o Pta. Asf.
η	=	Eficiencia promedio de los motores de inducción
Fp	=	75 % Factor de potencia medido en el alimentador de cada motor
Kva	=	Potencia aparente del transformador, calculada

con la siguiente fórmula se calcula :

$$KVA = \frac{HP \times 0.746}{\eta \times FP}$$

El valor nominal de cada transformador que resulta del análisis, se incrementa desde 10 hasta 25% por la carga de los circuitos de servicios propios como alumbrado exterior e interior, contactos, salidas especiales y alimentadores derivados complementarios, dependiendo del manejo de potencia en cada área.

Se hace notar que en los conjuntos de trituración y plantas asfaltadoras de la Planta de Asfalto de Coyoacan sus motores no son nuevos y llevan varias reparaciones de manera que su capacidad inicial y su eficiencia original se han visto mermadas por razón de sus reparaciones y por ello se han considerado valores del 80 y 75 % para la eficiencia y factor de potencia respectivamente.

Cabe hacer mención que la potencia de los transformadores mostrada en la tabla ya se seleccionan con su potencia normalizada.

Area de utilización	Demanda	Eficiencia	Factor de potencia	Potencia Res. Kva
	H.P.	(0/1)	potencia	Kva
Conjunto de Trit. No 1	1055.00	0.8000	0.7500	1250.00
Conjunto de Trit. N° 3	932.00	0.8000	0.7500	1250.00
Planta asfaltadora N° 5	1207.50	0.8000	0.7500	2000.00
Planta asfaltadora N° 6	949.50	0.8000	0.7500	1250.00
Planta asfaltadora N° 7	910.00	0.8000	0.7500	1250.00
Taller de Maq. Pesada Voltage. secc. 220	85.00	0.8000	0.7500	150.00
Taller de Soldadura y Pa. Voltage. secc. 220	90.00	0.8000	0.7500	150.00
Taller eléct. de motores	250.00	0.8000	0.7500	225.00
Taller mecánico Voltage. secc 220	45.00	0.8000	0.7500	75.00
Oficinas generales Voltage secc 220	140.00 Kw		0.8000	<u>225.00</u>
Potencia Total instalada en Kva				7825.00

Nota importante:

El voltaje secundario para alimentar los talleres de maquinaria pesada, taller de soldadura y pailería, para el taller mecánico y Oficinas generales debe ser de 220-127 volts.

Ahora bien pasaremos a obtener el valor de la protección del secundario del transformador que a la vez será el interruptor principal del tablero general de distribución en baja tensión

2.5 CAPACIDAD PARA INTERRUPTORES GENERALES EN B.T.

El cálculo para definir la capacidad del interruptor general en baja tensión es aplicando la tabla que en seguida se muestra, tomándose un factor del 25 % para sobre carga transitoria del transformador que también el interruptor debe sostener.

Los mismos parámetros de cálculo se han considerado:

0.746	=	Kilowatts considerados por cada HP
HP	=	Potencia en caballos de fuerza que demanda un Conj. Tr. o Pta. Asf.
η	=	Eficiencia promedio de los motores de inducción
Fp	=	75 % Factor de potencia medido en el alimentador de cada motor
Kva	=	Potencia aparente del transformador, calculada
V	=	440 voltaje secundario de operación.

Con la formula : $I = Kva / (\sqrt{3} \times Kv)$

Cabe señalar que los valores de los interruptores se seleccionaron ya con los valores comerciales y existentes en el mercado.

Area de utilización	Potencia en Kva	Corriente Sec. Amp	Sobre carga del 25 %	Capacidad de interrup.
Conjunto de Trit. N° 1	1250.00	1640.15	2050.19	3 x 2000
Conjunto de Trit. N° 3	1250.00	1640.15	2050.19	3 x 2000
Planta asfaltadora N° 5	2000.00	2624.24	3280.31	3 x 3500
Planta asfaltadora N° 6	1250.00	1640.15	2050.19	3 x 2000
Planta asfaltadora N° 7	1250.00	1640.15	2050.19	3 x 2000
Taller de Maq. Pesada	150.00	393.65	492.06	3 x 500
Taller de soldad. y Pa.	150.00	393.65	492.06	3 x 500
Taller eléct. de motores	225.00	393.64	492.05	3 x 400
Taller mecánico	75.00	196.82	246.03	3 x 250
Oficinas generales	225.00	590.47	738.09	3 x 800

Con todo lo anterior han quedado definidas las subestaciones en su arreglo eléctrico, la capacidad de transformadores, la capacidad de los interruptores generales en baja tensión.

2.6 CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

El bajo factor de potencia existente en esta planta es de gran trascendencia, ya que mantiene niveles entre los 70 y 75 % por lo que las penalizaciones por este concepto por parte de la compañía suministradora son muy altas.

Su corrección mediante la instalación de bancos de capacitores es muy sencilla y los resultados económicos pueden cuantificarse de inmediato, ya que a partir de la fecha de instalación de los mismos, en la facturación de consumo se elimina el cargo por penalización.

En todo México el valor mínimo de factor de potencia requerido por las compañías suministradoras es del 90%, al registrarse valores inferiores se aplica un cargo de penalización, sin embargo y por el contrario, al mantener valores por arriba de ese límite, se aplica una bonificación en la facturación.

Aun cuando la corrección del factor de potencia mediante bancos de capacitores es sencilla, es indispensable observar los siguientes lineamientos y recomendaciones.

Al utilizar para la corrección bancos de capacitores fijos, la potencia de estos en KVAR no debe de exceder el 10% la capacidad del transformador del que depende en KVA. Esta recomendación obedece a que los capacitores fijos normalmente están conectados todo el tiempo aun cuando la carga del sistema es muy baja. Cuando la demanda disminuye, normalmente es por que los equipos importantes, tales como motores se han apagado. Al ocurrir esto, disminuye drásticamente la demanda de potencia reactiva y por lo tanto la aportación permanente del capacitor es excesiva, pasándose de un factor de potencia inductivo a uno capacitivo afectando de manera importante a la regulación de voltaje entre fases en el sistema, pudiéndose presentar picos que dañen a los pocos equipos que se encuentran en operación.

Los bancos automáticos de capacitores no tienen restricciones en cuanto a la capacidad en relación al transformador, ya que no existe el riesgo de que corrijan el factor de potencia por arriba del 100% cuando hay poca carga. Estos equipos están conformados por un número predeterminado de bancos de capacitores independientes en un arreglo a manera de "pasos" que cuentan con un sistema de control electrónico, el cual constantemente les permite medir el valor de factor de potencia instantáneo y en base a él activar exclusivamente el número de pasos necesarios para llevar el factor de potencia lo más cerca posible al valor predeterminado como objetivo.

Esta disposición permite de así desearse, mantener siempre el F.P. en un valor muy alto, inclusive hasta el 100% si se cuanta con la capacidad necesaria en KVAR para ello.

Los motores existentes por su edad en uso y reparaciones de toda clase de calidades ya no tienen los valores de garantía ni cumplen con los datos de placa, razón por la cual el factor de potencia medido tiene un rango de valores entre 70 y 75 % y el sistema eléctrico integrado registra valores de factor de potencia del 60 % comprobado en la pantalla del equipo de medición de la LyFC, instalado en la subestación receptora actual.

Por tal razón y por todo lo anterior se hace necesario el diseño de bancos de capacitores de accionamiento automático para que suministre la potencia reactiva que demanda el sistema, sin extraerla de la línea principal de alimentación que suministra la LyFC y sin tener restricciones de capacidad de banco contra potencia del transformador.

Los bancos automáticos de capacitores definen su capacidad tomando en cuenta los Kva. de capacidad del transformador con un factor de utilización del 80 % y llevando el factor de potencia actual a 95 %

y con la formula $KVAR_{cap} = Kw [\tan(\text{ángcos}(FP1)) - \tan(\text{ángcos}(FP2))]$

donde: $KVAR_{cap}$ Capacidad en KVAR del capacitor
 KW Demanda de potencia real del alimentador
 FP1 Factor de potencia original
 FP2 Factor de potencia objetivo.

Las áreas eléctricas que se tienen identificadas van a ser la base para el diseño de los bancos automáticos que serán la fuente de potencia reactiva y de acuerdo a este principio, se tiene el siguiente cuadro:

Área de utilización	FP-1	FP-2	V-Op	Kv-SE	Kvar
Conjunto T. No 1	60.00 %	95.00 %	440	1250	800
Conjunto T. No 3	60.00 %	95.00 %	440	1250	700
Planta Asf. No 5	83.00 %	95.00 %	440	2000	300
Planta Asf. No 6	71.00 %	95.00 %	440	1250	500
Planta Asf. No 7	78.00 %	95.00 %	440	1250	300
Taller eléctrico	87.00 %	95.00 %	440	225	15 fijo
Taller Soldadura	81.00 %	95.00 %	220	150	15 fijo
Taller Mecánico	80.00 %	95.00 %	220	150	15 fijo
Taller Maq. Pesada	80.00 %	95.00 %	220	75	10 fijo

Donde:

FP-1 = factor de potencia original
 FP-2 = factor de potencia objetivo
 V-Op = es el voltaje de operación
 Kv-SE = son los Kilovolts-ampere del transformador
 Kvar = son los Kilovolts-ampere reactivos del banco de capacitores

Más adelante en posterior capítulo se dan las características y especificaciones de los bancos de capacitores en sus dos versiones, fijos y automáticos.

CAPITULO 3

CASSETAS PARA SUBESTACIONES

En el anterior capítulo se definieron las zonas eléctricamente identificables, las capacidades de los transformadores, interruptores generales, bancos fijos y automáticos de capacitores.

En este capítulo quedarán definidos los criterios generales que se toman en cuenta para los recintos para alojar las subestaciones con sus transformadores, tableros y centros de control de motores .

3.1 LOCALES PARA SUBESTACIONES

3.1.1 Local para subestación receptora.

El punto de localización para construir la caseta de la subestación receptora es obligado porque ahí debe conectar la LyFC su acometida en 23 KV. y según sus normas, se recomienda que el local debe quedar lo más cerca posible de la entrada al predio de manera que el tomador de lectura para consumo de energía tenga el acceso sin la necesidad de penetrar hasta las zonas importantes de la Planta .

De acuerdo a este principio , se decide que la subestación receptora principal (SE-Rec.P) sea del tipo intemperie y se localice en la esquina Sur-Oeste del terreno, a 20 metros de la puerta de acceso que existe en ese punto de manera que la construcción necesaria será únicamente una plataforma de concreto con sus accesorios de canalizaciones, registros, trincheras y drenes.

3.1.2 Local para subestaciones derivadas.

Las casetas actuales para alojamiento de subestaciones están construidas en los puntos estratégicos con respecto a los alimentadores de baja tensión que deben energizar, sin embargo fueron diseñadas para voltajes de 6 Kv. y subestaciones armadas con estructura de tipo abierto, de manera que sus dimensiones no son apropiadas para alojar a los equipos modernos de 23 KV. tipo interior compacto que por el tipo de aislamiento que requieren para soportar los 23 Kv, las distancias entre barras y de libramiento a tierra generan gabinetes con dimensiones de 2.30 m de altura y 1.40 m de profundidad, de manera que todas las casetas existentes deben ser sometidas a remodelación y restauración.

El actual estado de deterioro de casetas justifica el programa de remodelación y restauración porque requieren demolición de algunos elementos, renovación de pisos, losas, herrería, vidrios y pintura, construcción de bases para el nuevo equipo, soportería, registros, trincheras, alumbrado exterior e interior.

Definido lo anterior, se procede al diseño arquitectónico, revisión estructural y de funcionamiento de las casetas que ahora son dimensionables porque ya se conocen los esquemas de integración y acomodo de las subestaciones, transformadores y tableros generales de baja tensión

3.2 REMODELACION DE LOCALES

En los planos topográficos del predio quedan definida la localización y posición de cada una de las zonas que se han identificado como áreas eléctricas para ser servidas por la subestación que les corresponde y basados en eso se localizan las casetas que alojarán el equipo.

En cada caseta se procede a lograr que cada una cumpla específicamente con su necesidad, para lo cual hay que enlistar y definir todos los detalles de construcción importantes para que sean incluidos en el proyecto de obra civil de cada local. Este enlistado se hará en dos partes, la primera con conceptos que deberán ser aplicados a todos los locales y la segunda con detalle particular para cada una de los locales.

3.2.1 Detalles generales a considerar en el proyecto de obra civil:

Diseñar la remodelación de las casetas existentes para alojar el equipo considerando los siguientes elementos:

- 1.- Diseñar con un nivel de 1.00 mts. de terreno natural a piso terminado para poder manejar en este espacio trincheras y registros, evitar posibles inundaciones del local, manejar el equipo desde las plataformas de los vehículos que los transporten , y poder instalar los bancos de tierra.
- 2.- Los acabados de los pisos, trincheras y registros deben ser pulidos para evitar posibles daños a los conductores.
- 3.- Las bases de los equipos deben ser de 10.00 cms. sobre nivel de piso terminado, observando en cada caso particular algún requerimiento en resistencia de la misma base.
- 4.- Los materiales para acabados deberán ser, por condiciones propias del terreno y producción de la planta, de poco mantenimiento, evitando superficies rugosas para evitar acumulación de polvo.
- 5.- Los accesos deberán ser lo suficientemente anchos para manejar la entrada y salida del equipo para su instalación y mantenimiento.
- 6.- Se diseñan las ventilaciones del local tomando en cuenta la gran cantidad de polvo que por naturaleza de la planta se produce en el ambiente.
- 7.- Espacio libre de 1.00 m para la circulación del personal de mantenimiento entre los gabinetes y muros.

En el apéndice se muestra un esquema (OC.Sub.Deriv.) de las dimensiones de alguna de las casetas

CAPITULO 4

ALIMENTADORES GENERALES EN ALTA Y BAJA TENSIÓN.

4.1 ALIMENTADORES GENERALES EN ALTA TENSION.

La siguiente etapa del proyecto es el diseño de los alimentadores generales en alta tensión para energizar cada una de las subestaciones con voltaje primario de 23 Kv.

Ya se tiene la localización física dentro del predio de los recintos para alojar a las subestaciones, tanto para la receptora como para las derivadas. Esto implica que por su longitud y por la topografía del terreno, el diseño de los alimentadores generales en alta tensión debe estar basado en la utilización de líneas aéreas soportadas en estructuras eléctricas especializadas para tal efecto y son las que la CFE tiene normalizadas para manejar redes de distribución, líneas de subtransmisión, alumbrado público, alimentadores para sistemas rurales y de riego.

El punto de partida de cada uno de los alimentadores en 23 Kv. es la Subestación receptora principal desde la cual quedaran energizados y su punto de llegada es la Subestación alojada en las casetas definidas anteriormente .

A continuación se enlistan las siguientes longitudes a considerar para cada S.F. derivada

Alimentador	Sale de	Llega a caseta	Longitud
Conjunto de tri. C3,C1	SE.Rec. P.	SE.RD-C3.P.A.6	126 mts
Conjunto Trit. C1	SE.Rec.P.	RE.D-C1	65 mts
Planta Asf. 7	SE.Rec.P.	SE.D.-PA7	230 mts
Planta Asf. 5	SE.Rec.P.	SE.D-PA5	110 mts
Planta Asf. 6	SE.RD.C3	SE.D-PA6	170 mts
Taller Eléctrc.	SE.Rec.P.	SE.D.Te	140 mts
Oficinas Generales	SE.Rec.P	SE.D.OG.	440 mts
Taller de Sol. Y Pa,	SE.Rec.P.	SE.D.Tsol.	580 mts
Taller de Maq. Pesada	SE.Rec.P.	SE.D.Tmaq.	80 mts
Taller mecánico	SE.Rec.P.	SE.D.Tme.	475 mts.

El criterio general de diseño para líneas aéreas se basa en los siguiente puntos :

- - Localización y trazo de la trayectoria de cada alimentador.
- - Especificación del tipo y resistencia mecánica de los postes.
- - Especificación del tipo de estructuras con modulo de herrajes y materiales.
- - Especificación del tipo de retenidas con modulo de herrajes y materiales.
- - Especificaciones del sistema de tierras en líneas aéreas de distribución.

4.1.1 Localización y trazo de la trayectoria de cada alimentador.

El trazo para líneas primarias de distribución tipo rural no requieren de un levantamiento topográfico de gran exactitud a base de curvas de nivel y perfiles, porque este tipo de líneas generalmente se construye con referencias a carreteras . caminos vecinales, cercas y bardas de predios o alineamientos de caseríos y teniendo siempre en cuenta la localización de los servicios por alimentar.

Para el caso de la Planta de Asfaltos, esta sencillas reglas son aplicables y la referencia general para el trazo de todos los alimentadores en alta tensión será el perfil de los edificios existentes , pero tomando en cuenta las condiciones más notables del terreno como son los desniveles del terreno y los obstáculos naturales. Además , para optimizar su construcción, se trazará con la mínima longitud posible, para lo cual se toman en cuenta los siguientes puntos:

- 1.1 Minimizar el número de deflexiones y utilizar al máximo los tramos rectos
- 2.1 Considerar acceso a lo largo de la línea para facilitar su construcción, operación y mantenimiento
- 3.1 Evitar obstáculos como árboles, edificios, líneas de baja tensión y de comunicación.
- 4.1 Respetar el trazo para evitar que se construya en terreno de trabajo propio de la planta.
- 5.1 Determinar puntos obligados para distribuir tramos interpostales por deflexiones y desniveles de terreno.
- 6.1 Prever impactos a la postería no llevando el trazo por donde las condiciones de tráfico de maquinaria y equipo sean adversas.
- 7.1 Prever la instalación de equipo de desconexión y conexión para seccionamiento de la línea y facilitar su operación y mantenimiento.
- 8.1 Considerando cada uno de estos factores se procede al trazo general de la línea y al estacado en su trayectoria para localización de postería.

4.1.2 Especificación del tipo y resistencia mecánica de postes.

Definido el trazo para la trayectoria de cada alimentador, el siguiente paso es especificar los tipos de postes que se utilizarán como soporte de las estructuras eléctricas.

La norma CFE (05 00 04 inciso 1) para distribución a la letra dice: "para estructuras de líneas aéreas primarias de 13 a 33 Kv. se debe utilizar como mínimo postes de concreto de 11.00 mts."

En base a esta Norma, se analizan los tipos de poste que se fabrican para determinar cuales son los modelos adecuados para instalar y que cumplan con los requisitos eléctricos, de esfuerzo mecánicos y de seguridad para el personal de mantenimiento y operación .

Para conocer todas las opciones se consulta la siguiente tabla de la Norma CFE 1.5.0 de especificaciones para construcción de CFE:

Designación del poste	Longitud total (m)	Empotra- miento (m)	Diametro Sup. (mm)	Diametro Inf. (mm)	Resistencia (Kg)	Peso (Kg)
C7-600	7.00	1.10	174	279	600	550
C9-450	9.00	1.40	150	285	450	670
C11-500	11.00	1.60	150	315	500	910
C11-700	11.00	1.60	150	315	700	950
C12-750	12.00	1.90	150	345	600	1400

Los factores determinantes considerados en las normas CFE de distribución y construcción 02 00 03 al 07 para la selección de postes de concreto que deben soportar estructuras eléctricas para 23 Kv. son:

- Altura mínima de conductores a caminos y calles 7.00 m
- Separación Horizontal entre conductores y a mitad del claro 0.45 m
- Separación vertical entre conductores para doble circuito 1.00 m
- Separación de conductores a superficies verticales 2.50 m
- Separación de conductores a elementos de su estructura 0.148m
- Separación vertical entre conductores de alta tensión y conductores de baja tensión instalados en una misma estructura que contiene retenidas , hilos de guarda, neutro corrido , fases de distribución y acometidas. 1.20 m

Factores determinantes considerados en las normas CFE de distribución y construcción de la 02 00 03 a la 07 y 04 HO 03 para seleccionar el poste que debe soportar estructuras de doble circuito.

• Altura mínima al hilo neutro corrido por Norma es de 5.5 m, pero a la Planta de Asfalto se le aplica mayor altura por tráfico pesado	7.10 m
• Altura desde hilo neutro hasta la cruceta de circuito uno	1.20 m
• Altura desde primera cruceta hasta la cruceta de circuito dos	1.00 m
• Altura desde segunda cruceta hasta punta de poste	0.20 m
• Empotramiento	<u>1.90 m</u>
	total 11.40m

Por lo tanto el poste considerado debe ser el C13-600 para estructuras que deban soportar doble circuito y un hilo neutro corrido.

Se repite el análisis para determinar el poste que debe soportar estructuras con circuito sencillo en alta tensión y red de distribución en baja tensión.

• Altura mínima a la red de distribución en baja tensión por norma es de 5.5 m. pero la Planta de Asfalto solicita que sea de 7.10 m	
• Altura desde la RD hasta la cruceta de conductores en AT	1.20 m
• Altura desde la cruceta de AT hasta punta de poste	0.20 m
• Empotramiento	<u>1.80 m</u>
	total 10.30m

Por lo tanto, el poste considerado debe ser el C11-500 para estructuras que deban soportar circuito sencillo con conductor ligero de cobre calibre N° 2 y cal N° 1/0 y 3/0 de aluminio con red de distribución en baja tensión y el poste C11-700 para estructuras iguales a la anterior solo que con conductor pesado .

La especificación técnica de estos postes deben cumplir en todas sus características con la norma de especificaciones N° CFE 1.5.0 para postes de concreto sección ortogonal, la cual exige que los postes fabricados bajo esta norma deben ser acabados en color natural del concreto en toda su superficie, libre de porosidades, deformaciones y superficies irregulares.

Especifica que el acero de refuerzo para la fabricación del poste debe ser de grado duro Norma ASTM-15-58 con esfuerzo admisible de trabajo a la tensión de 2000 Kg/cm², este acero de refuerzo debe estar libre de oxido suelto, lodo, aceite y cualquier otro elemento que impida, destruya o reduzca su adherencia al concreto y las varillas longitudinales serán de una sola pieza a lo largo del poste, pero cuando sea imprescindible hacer traslapes estos deben ser estrictamente uno solo por varilla. serán de una longitud de 40 diámetros y no se admiten postes con más del 25 % de varillas traslapada.

Especifica que el concreto debe ser fabricado para cada poste con agregado grueso a base de grava triturada de 19 mm \varnothing (3/4" \varnothing), agregado fino a base de arena natural de mina o de río y no deberá contener impurezas orgánicas ni sales, el concreto obtenido debe tener una resistencia mínima de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días después de colado si se utiliza cemento portland fraguado normal o la misma resistencia a los 7 días si se emplea cemento de fraguado rápido. El empleo de aditivo para concreto será válido en la proporción especificada para estos productos y queda estrictamente prohibido utilizar acelerantes para el fraguado de concreto.

4.1.3 Especificación del tipo de estructura con modulo de herrajes y materiales.

Para la selección de estructuras primarias se toman en cuenta los siguientes lineamientos:

- El voltaje de utilización es de 23 Kv.
- El sistema de distribución es de 3 fases , 3 hilos
- Se utilizará un hilo como neutro corrido .
- Las distancias interpostales serán menores de 65.00 m
- Las estructura eléctricas se soportarán en postes C12 -750 y C11-500

La distancia interpostal se justifica con la norma CFE para distribución (05 00 01, inciso 3) que a la letra dice " tramos cortos son menores a 65.00 mts y tramos largos son mayores a 65.00 mts de distancia interpostal y los primeros se construyen en zonas urbanas y los segundos en zonas rurales " .

En el caso de la planta de asfalto, se consideran en su mayoría tramos cortos aunque se manejarán algunos tramos largos debido a las distancias desde la subestación receptora principal hasta la subestación derivada más alejada y con este estado de cosas, las condiciones de diseño de su red de distribución y los alimentadores generales en alta tensión que salen de la subestación receptora principal para cada una de las subestaciones derivadas quedan con estructuras de circuito sencillo y con estructuras de circuito doble .

Esto define la utilización de los diferentes tipos de estructura eléctricas normalizadas por la CFE y se formula la relación de los tipos de estructuras que serán utilizadas y que se muestran en el apendice I:

- Estructura tipo "T" y "T doble circuito"
- Estructuras tipo "transición" y "transición doble circuito"
- Estructuras tipo "R"
- Estructuras tipo "A"
- Estructuras tipo "D"
- Estructuras tipo "V" y "V doble circuito"

Las normas CFE que se han citado, se están aplicando con algún cambio válido por razón de diseño de estructura para ser utilizadas con doble circuito y el cambio más notable es que en estructuras adaptadas para doble circuito, la distancia interpostal será de $45.00 \pm 10\%$ mts. Promedio porque además se debe buscar la modulación que marca la Norma CFE 05 00 01 inciso N° 10 que a la letra dice “ Las líneas se deben construir con un tramo promedio del 98 % del tramo máximo” y la altura de los postes de concreto será de 12.00 mts con una resistencia de 750 Kg para garantizar que los postes trabajen a los esfuerzos de compresión y flexión, pero no a la torsión.

Con lo anterior ya se tienen todos los elementos que son necesarios para integrar las estructuras y para ello se hace una breve descripción de los tipos que se han seleccionado y su utilización, además se complementa la descripción con su respectivo dibujo que se puede ver en apéndice.

Estructura tipo “T”

Se utiliza en líneas de distribución urbanas y rurales para soportar conductores de líneas primarias sin absorber el esfuerzo de su tensión mecánica, solo los debidos al efecto de viento o por pequeñas deflexiones.

Las estructuras de esta categoría seleccionadas para este proyecto en sistema de 3 fases, 3 hilos con neutro corrido son:

Descripción :	Clave
Tangencial, circuito sencillo, neutro corrido, 3 fases 3 hilos	TS3N
Tangencial, circuito sencillo con transformador en poste	TS3N/T
Tangencial, doble circuito, 6 fases 6 hilos, neutro corrido	TDC6N

Estructura tipo “transición”

Las variantes sobre la estructura básica tipo “T” que serán utilizadas para armar el sistema de distribución de la planta son las llamadas especiales porque tienen las mismas características de las tipo “T”, pero su utilización es muy definida para cambio de línea aérea a cable de energía.

Descripción	Clave
Transición para cambio de línea aérea a subterránea	TRA30

Estructura tipo “R”

Se utiliza en líneas de distribución urbanas y rurales para rematar los conductores donde principia y termina la línea y la separación de las fases se hace con cruceta PR que tiene una resistencia de trabajo de 430 Kg de carga vertical y 845 Kg de carga horizontal, medidas ambas en el extremo de la cruceta y estando esta fija en su centro.

Descripción	Clave
Remate, cruceta sencilla, 3 fases 3 hilos, neutro corrido	RS3N
Remate doble cruceta, 3 fases más deflexión a 90°, 3F	RD30/RD3

Estructuras tipo "D"

Es una estructura que se utiliza para deflexión, principalmente en el área rural y su diseño es de gran sencillez y de alta resistencia mecánica, la condición de uso es que el poste debe ser de 12.00 m como mínimo en líneas trifásicas, bifásicas con neutro corrido o hilo de guarda.

Descripción	Clave
Deflexión de anclaje, 3 fases, neutro corrido	DA3N

Estructura tipo "V"

Es una estructura típicamente urbana que se utiliza para dar libramiento horizontal a obstáculos verticales como edificios, anuncios, alumbrado público y posible interferencia con otras líneas de mismo voltaje y misma altura de montaje. La distancia interpostal para esta estructura debe ser en tramos no mayores de 65.00 m y para evitar esfuerzos de torsión al poste de concreto se utilizarán postes de acero o acortar la distancia interpostal al mínimo y utilizar retenida volada a estaca.

En el caso de la Planta de Asfalto, se utilizará esta estructura como solución a los alimentadores perimetrales que deban ir en las bardas de colindancia y auxiliares del sistema de montaje para alumbrado perimetral, cuyas luminarias deben ir instaladas en los mismos postes de concreto.

Descripción	Clave
Volada, cruceta sencilla, 3fases,	VS30
Volada, doble cruceta, 3 fases,	VD30
Volada de remate, 3 fases,	VR30
Volada anclaje, 3 fases, con transformador en poste	VA30/T

4.1.4 Especificación del tipo de retenidas con modulo de herrajes y materiales.

La retenida es el elemento mecánico que compensa el esfuerzo de flexión del poste debido a la tensión de los conductores y para ello se instala en sentido opuesto a la resultante de la tensión mecánica de los conductores por retener generalmente se anclan en el piso con un ángulo de 45° con respecto al eje longitudinal vertical del poste.

La selección del tipo de retenidas se debe basar en las observaciones del comportamiento del poste debido a los esfuerzos mecánicos y su punto de anclaje debe ser colineal al eje longitudinal de los conductores una vez tendidos y tensionados y el perno ancla quedará en dirección del punto de apoyo de la retenida en la estructura de soporte.

El tipo de estructura eléctrica seleccionada para desarrollo del proyecto en su etapa de líneas aéreas es el que define la cantidad y tipo de retenidas que serán utilizadas a lo largo de cada alimentador de alta tensión y de la misma manera que se presentan las figuras representativas para las estructuras, así mismo serán presentados los dibujos para las retenidas. Puesto que la selección de los elementos componentes de la retenida esta en función del valor de la resultante de la tensión mecánica de los conductores, del ángulo de la retenida con respecto a la resultante y del tipo de terreno.

Descripción	Clave
Retenida de banqueta	RBA
Retenida de estaca y ancla	REA
Retenida de ancla	RSA

En todo el sistema serán instaladas este tipo de estructuras y retenidas. en casos particulares se instalarán de varios tipos conbinados en el mismo poste por naturaleza de las condiciones del alimentador específico.

4.1.5 Especificaciones para el sistema de tierra en líneas aéreas de distribución.

En los sistemas de distribución de energía eléctrica en alta y baja tensión, la seguridad del personal técnico de operación y conservación es lo primordial y por tal motivo, enfatizar y comprobar la existencia del aislamiento en las fases energizadas es tan importante, como lo es la sólida conexión a tierra del hilo neutro y de todas las estructuras no conductoras para proteger al trabajador de la energización accidental de un soporte de equipo y para poner a tierra los voltajes inducidos en el área de trabajo. Así mismo el sistema de tierra debe cumplir todos los requisitos establecidos en las normas CFE 09 00 01 al 09.

El alcance de este punto en lo que respecta a sistema de tierras para líneas aéreas se limita únicamente a considerar los principales puntos de la norma que se cita.

Normalmente deberá instalarse una bajante de tierra en cada dos estructuras eléctricas construidas con alambre de cobre semiduro y desnudo de calibre no menor al N° 4 y no se admitirán bajantes de tierra hechas de conductores de aluminio.

Todos los hilos neutros contiguos y bajantes de tierra, deben estar interconectados, independientemente de que pertenezcan o no al mismo circuito o área secundaria.

La bajante de tierra está compuesta por conductor de cobre conectado a uno o varios electrodos de tierra formados por una o más varillas tipo coperweld para tierra interconectados por medio de conductores de cobre enterrados de manera que todo el conjunto tenga como resultado una resistencia de tierra con un valor máximo de 25Ω cuando el terreno esta húmedo.

La bajante de tierra en poste de concreto se hace por el interior del poste aprovechando el ducto que para tal efecto tiene troquelado por diseño cada poste e instalando un solo conductor sin empalmes al cual se conectarán las terminales de tierra de los apartarrayos por medio de la cruceta, las pantallas semiconductoras de cables de potencia y los tanque de los transformadores de distribución.

4.2 ALIMENTADORES PRIMARIOS EN LINEA AEREA

La primera característica que se establece para los conductores de los alimentadores aéreos de este proyecto, es que sean de aluminio que cumplen con las normas CFE y en el mercado son de menor precio que el equivalente en cobre.

Establecido lo anterior los conductores que se seleccionen serán de aluminio con alma de acero tipo ACSR (Aluminium Cable Steel Reinforced).

Características de fabricación del conductor .

Los datos técnicos para conductores tipo ACSR, se tomaron del catalogo general de Conduflex 1990, Sec. 1.6, 1.175, 1.180 e 1.182 y para los calibres que puedan llenar los requisitos en esta red de distribución, sus características son:

Calibre	No hilos	Diam. mm	Peso Kg/m	Res. 60Hz	RMG	Xa Ω /m	Ampici.		
Awg	Al	Ac	Nuc.	Cab.	Kg/m	25°C Ω /Kg	cm	30.48 cm	40°C
6	6	1	1.7	5.0	0.0530	2.150	0.120	0.000418	98
1/0	6	1	3.4	10.1	0.2160	0.537	0.136	0.000408	230
2/0	6	1	3.8	11.4	0.2720	0.426	0.155	0.000398	270
3/0	6	1	4.0	12.8	0.3430	0.339	0.183	0.000386	300
4/0	6	1	4.8	14.3	0.4330	0.270	0.248	0.000361	340
									amp

4.2.1 Métodos de cálculo para alimentador primario.

Aquí se da la metodología y secuencia de cálculo para los conductores de alta tensión que integran el sistema y en la cédula analítica CDC-AT-ACSR se muestran los valores reales de los parámetros para cada conductor.

Considerando la corta longitud de los alimentadores no se requiere un sistema de cálculo con tratamiento para líneas aéreas primaria en red de distribución y por lo tanto se desprecia en los conductores de todos los alimentadores primarios los parámetros de : Capacitancia, Inductancia mutua, Efecto superficial, Corrección de su reactancia inductiva y la transposición de fases.

4.2.2 Determinación de los calibres de conductores primarios

Establecido lo anterior, la definición del calibre adecuado para estos alimentadores depende exclusivamente de :

- La densidad de corriente
- La regulación de voltaje

Elementos básicos necesarios para calcular el calibre de conductores :

- Tipo de circuito : Trifásico balanceado simétrico
- Longitud del alimentador en metros para cada caso en particular.
- Potencia en transformadores, para cada área eléctrica.
- Corriente nominal primaria y de sobrecarga.
- Impedancia de los conductores para la longitud de cada uno.

Consideraciones técnicas :

Por ser un circuito trifásico balanceado simétrico, cada fase puede resolverse como un problema independiente y la simetría del alimentador hace evidente que las magnitudes de todas las cantidades eléctricas sean iguales en las tres fases.

Componentes de cada alimentador :

Frecuencia del sistema	60	Hz
Voltaje entre fases de la acometida	$23 \pm 10\% < 0^\circ$	Kv
Voltaje de fase a neutro en la acometida	13.28	Kv
Factor de potencia de la carga	95 %	atrasado
Factor reactivo de la carga	0.1990	(sen φ)
Potencia aparente	Por trafo.	Kva
Potencia activa	Por trafo.	Kw
Potencia reactiva	Por trafo.	Kvar
Temperatura ambiente promedio de operación	25°	°C

Corriente nominal primaria.

$$I_{\text{prim}} = \left(\frac{kva}{\sqrt{3}kv} \right) - j \left(\frac{kva}{\sqrt{3}kv} \right) \text{ Amp.}$$

Considerando una carga transitoria del 25 % en los alimentadores derivados a transformadores, la corriente nominal primaria resultante será de:

$$I_{\text{prim}+25\%} = 1.25(I_{\text{prim}}) \text{ Amp.}$$

Calculo de la impedancia

El alimentador queda integrado por línea aérea con cable ACSR. del calibre resultante en la cédula de cálculo en donde la impedancia es de la forma $Z=R+jX$. Los componentes de esta impedancia son y se calculan como sigue:

Resistencia eléctrica del conductor.

$$R = \Omega/\text{Km a } 25^\circ \text{ C}$$

R = valor en Ω para la longitud del alimentador en mts.

Reactancia inductiva

$$X_L = 2\pi f L$$

Donde la inductancia " L " será calculada en función de la Distancia Media Geométrica (DMG) para las crucetas tipo PT-200 que serán utilizadas en las estructuras de soporte y del Radio Medio Geométrico (RMG) del conductor.

Valor para "L"

$$L = (4.605 \log_{10} \left(\frac{DMG}{RMG} \right))^{10.4} \quad \text{H/Km}$$

Para DMG y RMG se tiene:

DMG

Distancia Media Geométrico entre conductores establecida por la cruceta PT-200

$$DMG = \sqrt[3]{62 \times 124 \times 186}$$

$$DMG = 112.6083 \text{ cm}$$

RMG

Radio Medio Geométrico del conductor es dato proporcionado por el fabricante y se consulta de la tabla de especificaciones de cables.

Se integra la impedancia del alimentador aéreo en Ohms/Km

$$Z = R + j X_L \quad \Omega/\text{km}$$

Calculo de la caída de voltaje para alimentador primario

Se consideran las mismas condiciones de circuito de ser trifásico balanceado simétrico.

Condiciones para caída de voltaje

La Norma CFE 05 00 01 inciso N° 35, especifica que la caída máxima permitida en voltaje para líneas primarias en función de la tensión de operación, es como sigue:

50 Volts/Km en 13 Kv
 30 Volts/Km en 23 Kv
 15 Volts/Km en 33 Kv

Aplicando esta norma al voltaje del sistema y a la longitud de cada alimentador se tiene que la caída máxima aceptada será $\Delta V \leq 30$ V. En 23 Kv, por que el alimentador más largo no es mayor de un Kilometro.

La primera práctica que utiliza esta norma para verificar la caída de voltaje en un conductor determinado, es aplicando los factores de caída de voltaje por ampere que se dan en la Norma CFE 05 00 06.

Datos básicos que utiliza la norma:

Temp. Amb. 25°C
 Distancia Media Geométrica 1.38 m

$$\text{Fórmula básica : } \Delta V = \sqrt{3} \times I (R \cos \Phi + X \text{ sen } \Phi)$$

Se aplica este método práctico para situar un determinado calibre de conductor y posteriormente verificarlo con métodos de cálculo más precisos.

Fórmula analítica para método más preciso.

$$V_{\text{carga}} = V_{\text{acom}} - [R I \cos \phi_R - X_L I \text{ sen } \phi_R] \text{ Volts/Km}$$

Donde:

Vacom	= Voltaje en la acometida en Kv	Medido
I	= Corriente primaria en Amp	Calculado
Cos ϕ_R	= Factor de potencia de la carga	Medido
Sen ϕ_R	= Factor reactivo de la carga	Calculado
R	= Resistencia total del conductor en ohms	Dato Fabr.
X _L	= Reactancia inductiva del cond. ACSR en omhs	Calculado

Cuando la diferencia entre voltaje primario de acometida y voltaje en el extremo de la carga es menor o igual a 30 volts el calibre del cable cumple con la norma CFE

**CEDULA DE CALCULO DE CORRIENTES PRIMARIAS IMPEDANCIAS Y CAIDAS DE VOLTAJE PARA CONDUCTORES AEROS TIPO ACSR.
CEDULA No CDC-AT-ACSR**

UTILIZACION DEL ALIMENTADOR	CORRIENTE PRIMARIA		CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR TIPO ACSR		REACTANCIA INDUCTIVA OHMS/KM.	IMPEDANCIA EN OHMS/KM	CAIDA DE VOLTAJE VOLTS POR KM.					
	POTENCIA KW	CARTESIANA I^2 (R ² +J ²)	LONGITUD EN METROS	CALIBRE AVG				RESISTENCIA OHMS/KM A 25°C LONG EN MM/RG EN MM ² EN MI/KM	INDUCTANCIA EN MH/KM	IMPEDANCIA EN OHMS/KM $Z=R+jX$	POLAR $Z^{\circ}(R^{\circ}+jX^{\circ})$	
PLANTA ASFALTADORA 7	1250	37 280 + j12 1585	230 00	110 ACSR	0.537	0.136	0.00134	0.5052	0.537 + j0.5052	0.7373 /43°	17	3.91
PLANTA ASFALTADORA 5	2000	59 618 + j19 4538	86 00	110 ACSR	0.537	0.136	0.00134	0.5052	0.537 + j0.5052	0.7373 /43°	27	2.585
PLANTA ASFALTADORA 8	1250	37 280 + j12 1585	150 00	110 ACSR	0.537	0.136	0.00134	0.5052	0.537 + j0.5052	0.7373 /43°	17	2.55
TALLER ELEC Y DE TORNOS	225	6 942 + j2 5180	140 00	110 ACSR	0.537	0.136	0.00134	0.5052	0.537 + j0.5052	0.7373 /43°	4	0.58
PTA 5 Y TELEC. OFC G	2500	74 520 + j24 3171	300 00	300 ACSR	0.339	0.183	0.00128	0.4825	0.339 + j0.4825	0.5887 /65°	19	1.9
CONJUNTO DE TRIT 3 Y PTA	2500	74 520 + j24 3171	100 00	300 ACSR	0.339	0.183	0.00128	0.4825	0.339 + j0.4825	0.5887 /65°	18	1.9
C TRITURACION 1	1250	37 280 + j12 1585	65 00	110 ACSR	0.537	0.136	0.00134	0.5052	0.537 + j0.5052	0.7373 /43°	17	1.105
TALLER DE MAQ. PESADA	150	4 471 + j1 4590	15 00	110 ACSR	0.537	0.136	0.00134	0.5052	0.537 + j0.5052	0.7373 /43°	2	0.03
OFICINAS GENERALES	225	6 707 + j2 1685	80 00	110 ACSR	0.537	0.136	0.00134	0.5052	0.537 + j0.5052	0.7373 /43°	3	0.24
TALLER MECANICO	75	2 238 + j0 7295	15 00	110 ACSR	0.537	0.136	0.00134	0.5052	0.537 + j0.5052	0.7373 /43°	1	0.015
TALLER DE SOLDADURA	150	4 471 + j1 4590	15 00	110 ACSR	0.537	0.136	0.00134	0.5052	0.537 + j0.5052	0.7373 /43°	2	0.09

* las corrientes se han calculado considerando un factor de potencia del 95 % y un factor de sobre carga transitorio del 25 % en transformadores

La caída en la longitud del alimentador primario : se deben obtener los volts totales de pérdida por caída de longitud del alimentador considerada en Km.

Calibre del conductor para línea aérea : Las consideraciones anteriores, la aplicación de los componentes que se deben de calcular y las características de los conductores desnudos para líneas aéreas dadas por el fabricante, se integran y se obtienen los resultados útiles para determinar los calibres.

El método de cálculo se aplica y se muestra en la cédula analítica CDC-AT-ACSR.

4.2.3 Alimentador primario con cable de energía

Cálculos para el cable de energía

Para el alimentador aéreo se aplico la norma CFE y se seleccionó el cable tipo ACSR de aluminio Cal. 3/0 que tiene un equivalente de cobre de calibre 1/0 , y el cable tipo ACSR Cal. 1/0 para el que también se empleará calibre 1/0 por disponibilidad en el mercado. Por lo tanto, el calibre de potencia que se analizará en este párrafo es de la siguientes características:

Cable de potencia aislado para	25 KV.
Aislamiento tipo	XLP.
material del conductor	cobre suave
Calibre	1/0 Awg.
Area de la sección transversal de conductor	53.49 mm ²
Diámetro nominal del conductor	8.5 mm
Diámetro nominal sobre aislamiento	22.9 mm
Diámetro nominal exterior	30.3 mm
Ampicidad en ducto subterráneo	200 amp.
Capacidad térmica normal	90 °C
Capacidad térmica de sobrecarga	130 °C
Capacidad térmica de corto circuito	250 °C
Pantalla impregnada en el núcleo y en el aislamiento de PVC.	
Longitud del alimentador	Variable
Temp. Ambiente promedio de operación	25 °C

Resistencia eléctrica

Resistencia a la Corriente Directa

En Ω a 20°C y 100 % de conductividad y por Km.

Parámetros :	ρ	= Resistividad volumétrica en $\Omega/\text{mm}^2/\text{Km}$.
	St	= Sección transversal del conductor
	L	= Longitud del alimentador.

Corrección de la resistencia por el cableado

La resistencia eléctrica en un cable aislado aumenta por la mínima diferencia en longitudes que hay entre los hilos que forman el cable, el fabricante da como dato el factor K_c que para cableado redondo normal es : $K_c = 0.020$

Corrección de la resistencia a la temperatura de operación.

El coeficiente : $\alpha = \frac{1}{243.54 + X^{\circ}C}$ determina la corrección de la resistencia eléctrica por temperatura y sus dimensiones son el recíproco de grados centígrados ya que, para cada material del que está fabricado un conductor, existe un valor de temperatura T en $^{\circ}C$, para la cual la resistencia eléctrica es cero. Para el cobre suave, recocido, estirado en frío y a 100 % de conductividad, el valor de esta temperatura de resistencia cero es : $T = 234.5^{\circ}C$

Resistencia a la Corriente Alterna

La resistencia eléctrica a la corriente alterna es mayor que la resistencia que presenta el mismo conductor a la corriente directa, esto se debe al efecto superficial en los filamentos del conductor y al efecto de proximidad de los filamentos del conductor.

Parámetros para cálculo.-

X_{sup} = Reactancia inductiva superficial

f = Frecuencia del sistema

R' = Resist. del conductor a la CD y a la Temp. De Op. ($90^{\circ}C$) en Ω/Km

K_s = Depende de la configuración del conductor y es dato del fabricante.

Con los datos anteriores se obtiene el valor de la resistencia efectiva a la corriente alterna ohms por Km y el valor de la resistencia en la longitud del cable.

Reactancia inductiva.-

Por construcción el cable de energía con aislamiento XLP, Cal. 1/0 para 23 Kv, contiene pantalla semiconductor extruída sobre el conductor, pantalla semiconductor extruída sobre el aislamiento y finalmente pantalla electrostática a base de alambre de cobre suave bajo la cubierta de PVC, por lo tanto no es necesario calcular su inductancia y reactancia aparentes por que la sección de sus pantallas y su alta resistencia limita las corrientes a través de las pantallas en forma tal que sus valores son despreciables.

Parámetros de cálculo .-

Frecuencia del sistema en Hz

Inductancia debida a la naturaleza del cable

Radio medio geométrico del conductor

Distancia media geométrica

Reactancia inductiva en la longitud total del cable

Impedancia del cable en ohms/Km.

Impedancia en la longitud total del cable

Caída de voltaje en el cable de potencia

Caída de tensión al neutro

$$\Delta V_n = I \times Z \times L$$

Caída de tensión entre fases:

$$\Delta V_{\text{fases}} = \sqrt{3} \times \Delta V_n$$

Regulación de voltaje .-

Terminado el calculo, los volts totales en la caída resultante deben ser equivalentes a un porcentaje del voltaje nominal y por lo tanto la sección de ambos conductores debe cumplir en calibre y especificaciones la Norma CFE 05 00 01-41, que exige la regulación de voltaje en líneas primarias y deberá ser del 5% como máximo en la trayectoria al punto crítico pertiendo de la subestación receptora.

4.3 EL SISTEMA DE BAJA TENSION

4.3.1 Parámetros de calculo.

En esta sección para analizar la baja tensión se procederá en forma semejante a como se hizo en alta tensión, es decir quedan enunciados los parámetros que integran el cálculo y el resultado se muestran en las cédulas analíticas correspondientes:

CDC-BT-ALP	Para los alimentadores principales en baja tensión
CDC-BT-CT1	Para el conjunto de trituration N° 1
CDC-BT-CT3	Para el conjunto de trituration N°3
CDC-BT-PA5	Para la planta asfaltadora N° 5
CDC-BT-PA6	Para la planta asfaltadora N° 6
CDC-BT-PA7	Para la planta asfaltadora N7

La cédula de cálculo para los alimentadores principales maneja sus componentes en la siguiente secuencia:

Corriente nominal secundaria	
Caída de tensión	
Porcentaje de regulación de voltaje	
Calibre del conductor	
Sistema	Trifasico, 3F-4H
Potencia nominal de placa	En Hp
Voltaje de operación	440 Volts
Eficiencia	85 %
Factor de potencia	95 %
Longitud del alimentador	Variable mts.
Temp. Ambiente prom. Operación	25 °C

Con el valor que se obtiene de corriente nominal secundaria , se selecciona un conductor con aislamiento tipo THW con capacidad térmica de 90 °C para 600 V., considerando que este conductor va instalado en tubo conduit con otros tres conductores, se deben aplicar los factores de reducción de ampicidad que invariablemente se consideran por agrupamiento de conductores dentro de su canalización y por temperatura ambiente .

Una vez conocido el calibre seleccionado para el conductor, se debe conocer su resistencia eléctrica "R", considerando que es de cobre suave, cableado clase B, al 100 % de conductividad y que operará a la temperatura ambiente promedio de 25 °C.

Las pérdidas consideradas por resistencia en corriente alterna y por efecto joule son:

Perdidas por efecto superficial
 Perdidas por efecto de proximidad
 Perdidas por canalización en tubo metálico
 Perdidas en el aislamiento por efecto capacitivo
 Corrección de resistencia por temperatura
 Cálculo del calor generado por el conductor en °C/m

Este análisis comprueba que el conductor en condiciones normales de operación no rebasa la capacidad térmica del aislamiento que es de 90 °C, por lo tanto se reconfirma que el calibre del conductor está bien seleccionado siempre y cuando la caída de voltaje no exceda del límite permitido que es del 3% para esta clase de alimentadores.

Considérese el voltaje entre fases de 440 volts, se calcula la caída de tensión en por ciento para verificar que el calibre seleccionado es el correcto.

Por ley de Ohm : $V = I \times R$

Donde

$R = \sqrt{3} \times L \times R_2$ para circuitos trifásicos
 L = Longitud del conductor en mts y en un solo sentido
 R_2 = Resistencia eléctrica debida al material del conductor en función de su calibre , de la temperatura ambiente.
 I = Corriente nominal a plena carga y a 25 °C

Constante para calcular factor de caída de potencial en el conductor seleccionado, en función de su voltaje y resistencia a 25 °C

$$K_{\Delta V} = \frac{\sqrt{3} \times R_2}{V} \times 100 \text{ Volts por Amp/Mto.}$$

Para la longitud y corriente nominal del alimentador , su porcentaje de caída de potencial será :

$$\% \Delta V = K_{\Delta V} \times L \times I$$

4.3.2 Cálculo de canalizaciones para alojar los conductores de baja tensión

Los Reglamentos Nacionales e Internacionales de obras e instalaciones eléctricas han establecido como norma utilizar el 40 % de la sección transversal de la canalización para conductores cuando es ducto cerrado y esto obedece a la necesidad de provocar espacios libres que permitan la disipación del calor generado en los conductores por el efecto joule, por efectos inductivos y por las altas temperaturas del ambiente, es muy importante establecer dentro del ducto un sistema para disipación de calor por que de no hacerlo, el incremento de la temperatura disminuye de manera muy rápida la vida útil del aislamiento y la ampicidad del conductor.

Visto lo anterior, se calcula el diámetro del ducto cerrado que va a contener a tres conductores de un alimentador, considerando además un hilo desnudo de cobre Cal. 1/0 para sistemas de tierras.

Datos del fabricante para cable de cobre con aislamiento tipo THW - 600 V

Calibre	MCM
Conductor de cobre suave cableado	Nº y calibre de cada uno
Diámetro nominal del conductor	mm
Espesor del aislamiento	mm
Diámetro nominal exterior	mm
Diámetro del cable desnudo cal. 1/0	mm
Sección Transversal de cable desn. Cal. 1/0	mm

Diámetro del tubo conduit para canalizar el cable:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S_{total}}{0.40 \pi}}$$

El diámetro comercial para tubo conduit galvanizado pared gruesa superior más cercano al calculado es el diámetro que será utilizado para canalizar cada alimentador trifásico, más su cable para referencia a tierra.

Es importante hacer notar que la planta de asfalto solicita que se cumplan las siguientes observaciones:

- El mínimo calibre de cable a utilizar deberá ser del Nº 10 awg en circuitos de fuerza .
- El mínimo de calibre de cable a utilizar deberá ser del Nº 14 awg en circuitos de control .
- El mínimo diámetro de tubo conduit pared gruesa a utilizar para canalizar alimentadores deberá ser de 19 mmØ.

Para los cálculos mostrados en las cédulas analíticas de cálculo en baja tensión de los conjuntos de trituración y de las plantas asfaltadoras se han utilizados los mismos criterios que para los alimentadores generales excepto en los siguientes puntos:

- El mínimo calibre a utilizar deberá ser del N° 8 AWG en circuitos de fuerza.
- Se ha considerado una eficiencia en los motores del 80%.
- Se ha considerado un factor de potencia en los motores del 80 %.

CEDULA PARA ANALISIS DE CONDUCTORES ELECTRICOS EN BAJA TENSION
 CEDULA No: CDC-ALP

SISTEMA : 3 FASES - 4 HILOS+TIERRA

NUMERO	UTILIZACION		DEMANDA		ALIMENTADOR				CONDUCTOR								
	NO CONSECUTIVO	AREA DE UTILIZACION	KW	VOLTS	AMP CA	LONG MTS	TEMP BASE 30 °C	TEMP A & T °C	F AGRUP	AMP REALES	SECC TR CALCULA MM2	SECC TR REAL MM2	TR HILOS F+N+T	6&V BASE 4% MAX AMPICIDAD	POR CALIBRE	REGULACION	DEFINITIVO
1		ALIMENTADOR CCM CT-1	787	440	1032.70	25	30.00	1.00	1.00	1032.70	50.81	509.00	4	0.33%	3-400	2	3-400
2		ALIMENTADOR CCM CT-3	895	440	911.98	60	30.00	1.00	1.00	911.98	107.70	531.00	4	0.81%	3-350	40	3-350
3		ALIMENTADOR CCM PA-5	902	440	1183.60	25	30.00	1.00	1.00	1183.60	58.24	759.00	4	0.31%	3-500	250	3-500
4		ALIMENTADOR CCM PA-6	708	440	929.04	30	30.00	1.00	1.00	929.04	54.86	531.00	4	0.41%	3-350	40	3-350
5		ALIMENTADOR CCM PA-7	879	440	890.98	65	30.00	1.00	1.00	890.98	113.99	531.00	4	0.86%	3-350	40	3-350
6		TALLER DE MAQUINARIA PES	150	220	492.07	25	30.00	1.00	1.00	492.07	48.42	254.00	4	0.76%	2-250	2	2-250
7		TALLER DE SOLDADURA Y PA.	150	220	492.07	35	30.00	1.00	1.00	492.07	67.79	254.00	4	1.07%	2-250	20	2-250
8		TALLER ELECTRICO	225	440	369.06	20	30.00	1.00	1.00	369.06	14.53	253.00	4	0.23%	500	6	500
9		TALLER MECANICO	75	220	246.04	35	30.00	1.00	1.00	246.04	33.90	127.00	4	1.07%	250	2	250

CEDULA PARA ANALISIS DE CONDUCTORES ELECTRICOS EN BAJA TENSION
CEDULA No: CDC-BT-CT1

CCM	Ubicacion en CCM	SECC TR		HILOS	V %	CALIBRE		DEFINITIVO
		Reel mm ²	Calicota mm ²			Por Ampacidad	Por Regulacion	
1		1.86	8.37	3	0.90%	10	16	8
2		15.80	107.21	3	0.59%	4/0	6	4/0
3		12.64	53.49	3	0.95%	1/0	8	1/0
4		9.46	33.62	3	1.13%	2	8	2
5		11.44	53.49	3	0.86%	1/0	8	1/0
6		10.84	33.62	3	1.25%	2	8	2
7		16.26	53.49	3	1.22%	1/0	6	1/0
8		10.54	21.15	3	1.99%	4	8	4
9		21.07	53.49	3	1.56%	1/0	6	1/0
10		1.44	8.37	3	0.69%	14	16	8
11		5.64	8.37	3	2.70%	10	14	8
12		3.39	8.37	3	1.67%	14	14	8
13		1.66	8.37	3	0.94%	14	16	8
14		5.27	8.37	3	2.52%	10	10	8
15		3.76	8.37	3	1.80%	10	14	8
16		2.48	8.37	3	1.19%	14	14	8
17		4.21	8.37	3	2.01%	10	14	8
18		3.31	8.37	3	1.58%	10	14	8
19		2.71	8.37	3	1.29%	14	14	8
20								

CCM	Máquina específica	ALIMENTADOR		Reales	Amp	
		Long Mts	Temp Base 30°C			
1	Alimentador	25	30.00	1.00	1.00	38.24
2	Quebrador primario	35	30.00	1.00	1.00	229.43
3	Secundario1	42	30.00	1.00	1.00	152.95
4	Secundario2	42	30.00	1.00	1.00	114.71
5	Secundario3	36	30.00	1.00	1.00	152.95
6	Secundario4	38	30.00	1.00	1.00	114.71
7	Molino Terciario 1	54	30.00	1.00	1.00	152.95
8	Molino Terciario 2	70	30.00	1.00	1.00	76.48
9	Molino Terciario 3	48	30.00	1.00	1.00	153.00
10	Molino Terciario 4	75	30.00	1.00	1.00	38.24
11	Criba 1	75	30.00	1.00	1.00	22.94
12	Criba 3	65	30.00	1.00	1.00	15.30
13	Criba 4	70	30.00	1.00	1.00	38.24
14	Banda 1	25	30.00	1.00	1.00	38.24
15	Banda 3	25	30.00	1.00	1.00	22.94
16	Banda 4	25	30.00	1.00	1.00	38.24
17	Banda 5	25	30.00	1.00	1.00	22.94
18	Banda 6	20	30.00	1.00	1.00	30.59
19	Banda 7	20	30.00	1.00	1.00	30.59
20	Banda 8	15	30.00	1.00	1.00	22.94

CCM	MOTORES	HP	Kw	Volts	Amp CA	ALIMENTADOR		Reales	Amp	
						Long Mts	Temp Base 30°C			
1	Alimentador	25	23.31	440	38.2	25	30.00	1.00	1.00	38.24
2	Quebrador primario	150	139.88	440	229.4	35	30.00	1.00	1.00	229.43
3	Secundario1	100	93.25	440	153.0	42	30.00	1.00	1.00	152.95
4	Secundario2	75	69.94	440	114.7	42	30.00	1.00	1.00	114.71
5	Secundario3	100	93.25	440	153.0	36	30.00	1.00	1.00	152.95
6	Secundario4	75	69.94	440	114.7	38	30.00	1.00	1.00	114.71
7	Molino Terciario 1	100	93.25	440	153.0	54	30.00	1.00	1.00	152.95
8	Molino Terciario 2	100	93.25	440	153.0	70	30.00	1.00	1.00	76.48
9	Molino Terciario 3	50	46.63	440	76.5	48	30.00	1.00	1.00	153.00
10	Molino Terciario 4	100	93.25	440	153.0	75	30.00	1.00	1.00	38.24
11	Criba 1	10	9.33	440	15.3	48	30.00	1.00	1.00	22.94
12	Criba 3	15	13.99	440	22.9	65	30.00	1.00	1.00	15.30
13	Criba 4	10	9.33	440	15.3	70	30.00	1.00	1.00	38.24
14	Banda 1	25	23.31	440	38.2	25	30.00	1.00	1.00	38.24
15	Banda 3	25	23.31	440	38.2	25	30.00	1.00	1.00	22.94
16	Banda 4	25	23.31	440	38.2	25	30.00	1.00	1.00	38.24
17	Banda 5	25	23.31	440	38.2	25	30.00	1.00	1.00	22.94
18	Banda 6	20	18.65	440	30.6	20	30.00	1.00	1.00	30.59
19	Banda 7	20	18.65	440	30.6	20	30.00	1.00	1.00	30.59
20	Banda 8	15	13.99	440	22.9	15	30.00	1.00	1.00	22.94

UTILIZACION		MOTORES		ALIMENTADOR	
1655	863.78	1613	86		

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR	
1250	KVA

CEDULA PARA ANALISIS DE CONDUCTORES ELECTRICOS EN BAJA TENSION
CEDULA No. CDC-BT-PA5

CCM	UTILIZACION		MOTORES				ALIMENTADOR				CONDUCTOR									
	CCM # 5	Descripción en CCM	Máquina específica	AREA DE UTILIZACION	HP	Kv.	volt.	Ang CA	Long	Temp. A	F. Term.	F. Amp.	AWG	Secc. Tr. Cálculo	SECC TR HILOS Real	SECC TR HILOS Base	V. %	Por Ampacidad	Por Regulación	DEFINITIVO
1			150	139.88	440	229.4			70	30.00	1.00	1.00	229.43	31.81	107.21	3	1.18%	4	4	4
2			150	139.88	440	229.4			70	30.00	1.00	1.00	229.43	31.61	107.21	3	1.18%	4	4	4
3			5	4.65	440	7.6			34	30.00	1.00	1.00	7.65	0.81	8.37	3	0.39%	16	20	8
4			5	4.95	440	7.6			34	30.00	1.00	1.00	7.65	0.81	8.37	3	0.39%	16	20	8
5			5	4.95	440	7.6			34	30.00	1.00	1.00	7.65	0.81	8.37	3	0.39%	16	20	8
6			7.6	6.98	440	11.5			60	30.00	1.00	1.00	11.47	1.35	8.37	3	0.23%	16	16	8
7			2	1.87	440	3.1			65	30.00	1.00	1.00	3.06	0.39	8.37	3	0.19%	16	20	8
8			5	4.66	440	7.6			70	30.00	1.00	1.00	7.65	1.13	8.37	3	0.50%	16	16	8
9			7.6	6.98	440	11.5			80	30.00	1.00	1.00	11.47	1.81	8.37	3	0.54%	16	18	8
10			5	4.65	440	7.6			70	30.00	1.00	1.00	7.65	1.28	8.37	3	0.81%	16	16	8
11			5	4.65	440	7.6			70	30.00	1.00	1.00	7.65	1.28	8.37	3	0.54%	16	18	8
12			5	4.65	440	7.6			70	30.00	1.00	1.00	7.65	1.28	8.37	3	0.54%	16	18	8
13			5	4.65	440	7.6			70	30.00	1.00	1.00	7.65	1.28	8.37	3	0.81%	16	16	8
14			5	4.65	440	7.6			70	30.00	1.00	1.00	7.65	1.28	8.37	3	0.81%	16	16	8
15			7.6	6.98	440	11.5			90	30.00	1.30	1.00	11.47	2.03	8.37	3	0.97%	16	16	8
16			5	4.65	440	7.6			55	30.00	1.30	1.00	7.65	1.43	8.37	3	0.88%	16	16	8
17			16	13.99	440	22.9			51	30.00	1.00	1.00	22.94	2.30	8.37	3	1.00%	14	14	8
18			7.6	6.98	440	11.47			40	30.00	1.00	1.00	11.47	9.03	33.62	3	1.07%	2	2	2
19			5	4.65	440	114.7			33	30.00	1.00	1.00	114.71	7.45	33.62	3	0.89%	2	10	2
20			5	4.56	440	7.6			34	30.00	1.00	1.00	7.65	0.51	8.37	3	0.24%	16	20	8
21			30	27.26	440	45.9			40	30.00	1.00	1.00	45.89	3.61	8.37	3	1.73%	8	14	8
22			100	93.25	440	153.0			90	30.00	1.00	1.00	152.95	24.05	53.49	3	1.80%	10	14	8
23			40	37.30	440	61.2			85	30.00	1.00	1.00	61.18	10.24	13.30	3	3.09%	6	8	6
24			3	2.80	440	4.6			90	30.00	1.00	1.00	4.59	0.61	8.37	3	0.39%	16	20	8
25			150	139.88	440	229.4			45	30.00	1.00	1.00	203.65	2.71	8.37	3	1.29%	10	14	8
26			20	18.65	440	22.9			45	30.00	1.00	1.00	203.43	2.71	8.37	3	0.76%	40	6	440
27			15	13.99	440	22.9			45	30.00	1.00	1.00	203.59	2.71	8.37	3	1.29%	10	14	8
28			15	13.99	440	22.9			70	30.00	1.00	1.00	22.94	3.16	8.37	3	1.51%	14	14	8
29			15	13.99	440	22.9			70	30.00	1.00	1.00	22.94	3.16	8.37	3	1.51%	14	14	8
30			30	27.98	440	45.9			75	30.00	1.00	1.00	45.89	6.77	8.37	3	3.24%	8	10	8
31			150	139.88	440	229.4			65	30.00	1.00	1.00	209.59	3.91	8.37	3	1.87%	10	14	8
32			150	139.88	440	229.4			65	30.00	1.00	1.00	229.43	28.45	107.21	3	1.06%	40	4	440
33			5	4.66	440	7.6			50	30.00	1.00	1.00	7.65	0.75	8.37	3	0.38%	16	20	8
34			2	1.87	440	3.1			50	30.00	1.00	1.00	3.06	0.75	8.37	3	0.38%	16	20	8
35			25	23.31	440	38.2			68	30.00	1.00	1.00	38.24	0.39	8.37	3	0.19%	16	20	8
36			25	23.31	440	38.2			68	30.00	1.00	1.00	38.24	0.39	8.37	3	0.19%	16	20	8
37			5	4.66	440	7.6			66	30.00	1.00	1.00	7.65	6.40	8.37	3	3.06%	10	10	8
38			2	1.87	440	3.1			100	30.00	1.00	1.00	1.06	1.32	8.37	3	0.63%	16	18	8
39			5	4.65	440	7.6			100	30.00	1.00	1.00	1.06	0.60	8.37	3	0.28%	16	20	8
40			5	4.65	440	7.6			100	30.00	1.00	1.00	1.06	1.51	8.37	3	0.72%	16	16	8

TOTALES 206 51127.86 1948.97 CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR 7.000 KVA

CEDULA PARA ANALISIS DE CONDUCTORES ELECTRICOS EN BAJA TENSION
CEDULA No: CDC-BT-PA6

CCM	UTILIZACION		MOTORES			ALIMENTADOR						CONDUCTOR						
	Máquina específica	ÁREA DE UTILIZACION	HP	Kw	Volts	Amp. CA	Long	Temp. A	F. Temp.	F. Agrup	Amp.	Secc. Tr.	SECC. TR.	HILOS	V %	CALIBRE	DEFINITIVO	
Ubicación en CCM							Mts	30 °C	T °C		mm ²	Real	mm ²	Base	Amplicdad	Por Regulacion		
														4% Máx				
1		Elevador de asfalto	100	93.25	440	153.0	90	30.00	1.00	1.00	152.95	27.06	53.49	3	2.05%	1/0	4	1/0
2		Distribuidor hilos	40	37.30	440	61.2	100	30.00	1.00	1.00	61.18	12.04	13.30	3	3.62%	6	8	6
3		Extractor de polvo	100	93.25	440	153.0	70	30.00	1.00	1.00	152.95	21.07	53.49	3	1.58%	1/0	6	1/0
4		Extractor de polvo	100	93.25	440	153.0	70	30.00	1.00	1.00	152.95	21.07	53.49	3	1.58%	1/0	6	1/0
5		Secador	126	116.56	440	191.2	82	30.00	1.00	1.00	191.19	23.33	85.10	3	1.19%	3/0	4	3/0
6		Blower-secador	100	93.25	440	153.0	52	30.00	1.00	1.00	152.95	15.65	53.49	3	1.17%	1/0	6	1/0
7		Bomba Diesel-secador	7.5	6.99	440	11.5	57	30.00	1.00	1.00	11.47	1.29	8.37	3	0.62%	16	18	8
8		Tolva de agregados No 1	3	2.80	440	4.6	100	30.00	1.00	1.00	4.59	0.80	8.37	3	0.43%	16	18	8
9		Tolva de agregados No 2	3	2.80	440	4.6	96	30.00	1.00	1.00	4.59	0.87	8.37	3	0.41%	16	18	8
10		Tolva de agregados No 3	2	1.87	440	3.1	92	30.00	1.00	1.00	3.08	0.55	8.37	3	0.28%	16	20	8
11		Tolva de agregados No 4	2	1.87	440	3.1	38	30.00	1.00	1.00	3.06	0.53	8.37	3	0.25%	16	20	8
12		Banda de tolvas	15	13.99	440	22.9	80	30.00	1.00	1.00	22.94	3.61	8.37	3	1.73%	14	14	8
13		Banda de tolvas	25	23.31	440	38.2	95	30.00	1.00	1.00	38.24	7.15	8.37	3	3.42%	10	10	8
14		Banda de alimentación	15	13.99	440	22.9	55	30.00	1.00	1.00	22.94	2.48	8.37	3	1.19%	14	14	8
15		Banda de alimentación (lunar)	10	9.33	440	15.3	50	30.00	1.00	1.00	15.30	1.51	8.37	3	0.72%	14	16	8
16		Banda mal. ahualque	15	13.99	440	22.9	105	30.00	1.00	1.00	22.94	4.74	8.37	3	2.27%	14	14	8
17		Banda reciclados No 1	15	13.99	440	22.9	130	30.00	1.00	1.00	22.94	5.87	8.37	3	2.61%	14	10	8
18		Banda reciclados No 2	25	23.31	440	38.2	110	30.00	1.00	1.00	38.24	8.28	8.37	3	3.96%	10	10	8
19		Bomba de locus	30	27.98	440	45.9	126	30.00	1.00	1.00	45.89	10.84	8.37	3	5.18%	8	8	8
20		Bomba de agua	100	93.25	440	153.0	85	30.00	1.00	1.00	152.95	25.59	53.49	3	1.91%	1/0	4	1/0
21		Bomba de asfalto	15	13.99	440	22.9	130	30.00	1.00	1.00	22.94	5.87	8.37	3	2.81%	14	10	8
22		Bomba de asfalto	15	13.99	440	22.9	60	30.00	1.00	1.00	22.94	6.32	8.37	3	3.02%	14	10	8
23		Bomba de asfalto	20	18.65	440	22.9	50	30.00	1.00	1.00	22.94	2.71	8.37	3	1.29%	14	14	8
24		Bomba de agua cíncroclados	20	18.65	440	30.6	85	30.00	1.00	1.00	30.59	5.12	8.37	3	2.45%	10	14	8
25		Bomba aceite C No 4	10	9.33	440	15.3	50	30.00	1.00	1.00	15.30	1.51	8.37	3	0.72%	14	16	8
26		Soplador C. No 4	2	1.67	440	3.1	50	30.00	1.00	1.00	3.06	0.30	8.37	3	0.14%	16	20	8
27		Bomba asfalto C. No 4	20	18.65	440	30.6	60	30.00	1.00	1.00	30.52	3.61	8.37	3	1.73%	10	14	8
28		Compresor de aire	15	13.99	440	22.9	95	30.00	1.00	1.00	22.94	4.29	8.37	3	2.05%	14	14	8
29		Ventilador compresor	5	4.66	440	7.6	95	30.00	1.00	1.00	7.65	1.43	8.37	3	0.68%	16	16	8

TOTALES 949.5 885.41 1452.29

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR 1 250 Kva

CECULA PARA ANALISIS DE CONDUCTORES ELECTRICOS EN BAJA TENSION

CECULA No: CDC-BT-PA 7

CCM	UTILIZACION		MOTORES				ALIMENTADOR					CONDUCTOR						
	CCM P7	Máquina específica	HP	Kw	Volts	Amp.CA	Log. Base 30 °C	Temp. A 30 °C	F. Temp. T °C	F. Agrup.	Amp. Reales	Secc. Tr. Calda mm ²	SECC. TR. Real mm ²	HILOS	V. % Base 4% Máx	Por Ampacidad	Por Regulación	DEFINITIVO
1		Extrador de polvo	200	166.50	440	305.9	60	30.00	1.00	1.00	305.91	36.12	127.00	3	1.14%	350	2	250
2		Elevador de mezclas No 1	50	46.63	440	76.5	54	30.00	1.00	1.00	76.48	8.13	13.30	3	2.44%	4	10	6
3		Elevador de mezclas No 2	50	46.63	440	76.5	54	30.00	1.00	1.00	76.48	8.13	13.30	3	2.44%	4	10	6
4		Carro transferencia No 2	40	37.30	440	61.2	70	30.00	1.00	1.00	61.18	8.43	13.30	3	2.54%	6	8	6
5		Carro transferencia No 1	40	37.30	440	61.2	65	30.00	1.00	1.00	61.18	7.63	13.30	3	2.35%	6	10	6
6		Bomba quemador	123	116.56	440	191.2	25	30.00	1.00	1.00	191.19	9.41	67.43	3	0.95%	3/0	8	2/0
7		Bomba Diesel	7.5	6.99	440	11.5	28	30.00	1.00	1.00	11.47	0.63	8.37	3	0.30%	18	20	8
8		Secador No. 1	30	27.98	440	45.9	30	30.00	1.00	1.00	45.89	2.71	8.37	3	1.29%	8	14	8
9		Secador No. 2	30	27.98	440	45.9	30	30.00	1.00	1.00	45.89	2.71	8.37	3	1.29%	8	14	8
10		Secador No. 3	30	27.98	440	45.9	35	30.00	1.00	1.00	45.89	3.16	8.37	3	1.51%	8	14	8
11		Secador No. 4	30	27.98	440	45.9	35	30.00	1.00	1.00	45.89	3.16	8.37	3	1.51%	8	14	8
12		Limpador elevador	15	13.99	440	22.9	29	30.00	1.00	1.00	22.94	1.31	8.37	3	0.63%	14	16	8
13		Gusano colector de polvo No1	3	2.80	440	4.6	40	30.00	1.00	1.00	4.59	0.36	8.37	3	0.17%	16	20	8
14		Gusano colector de polvo No2	5	4.66	440	7.6	45	30.00	1.00	1.00	7.65	0.68	8.37	3	0.32%	16	20	8
15		Talva de agregatos No 1	5	4.66	440	7.6	55	30.00	1.00	1.00	7.65	1.66	8.37	3	0.79%	14	16	8
16		Talva de agregatos No 2	5	4.66	440	7.6	65	30.00	1.00	1.00	7.65	0.98	8.37	3	0.47%	16	18	8
17		Talva de agregatos No 3	5	4.66	440	7.6	53	30.00	1.00	1.00	7.65	0.95	8.37	3	0.45%	16	18	8
18		Talva de agregatos No 4	5	4.66	440	7.6	54	30.00	1.00	1.00	7.65	0.96	8.37	3	0.46%	16	18	8
19		Talva de agregatos No 5	3	2.80	440	4.6	59	30.00	1.00	1.00	4.59	0.53	8.37	3	0.25%	16	20	8
20		Banda entumada	7.5	6.99	440	11.5	40	30.00	1.00	1.00	11.47	1.35	8.37	3	0.65%	16	18	8
21		Banda entumada	20	18.65	440	30.6	40	30.00	1.00	1.00	30.59	2.41	8.37	3	1.15%	10	14	8
22		Ventilador ducto de polvo	0.75	0.70	440	1.1	63	30.00	1.00	1.00	1.15	0.14	8.37	3	0.07%	20	20	8
23		Bomba de aceite patio	5	4.66	440	7.6	33	30.00	1.00	1.00	7.65	0.50	8.37	3	0.24%	16	20	8
24		Bomba de asfalto P	15	13.99	440	22.9	33	30.00	1.00	1.00	22.94	1.49	8.37	3	0.71%	14	16	8
25		Bomba de aceite caldera	15	13.99	440	22.9	33	30.00	1.00	1.00	22.94	1.49	8.37	3	0.71%	14	16	8
26		Soplador caldera	15	13.99	440	22.9	50	30.00	1.00	1.00	22.94	2.46	8.37	3	1.08%	14	14	8
27		Compresor Gardner-Denver	1	0.93	440	1.5	60	30.00	1.00	1.00	1.53	0.15	6.37	3	0.07%	18	20	8
28		Ventilador compresor GD	3	2.80	440	4.6	60	30.00	1.00	1.00	4.59	13.55	33.62	3	1.61%	2	6	2
29		Compresor vehic	60	55.95	440	91.8	60	30.00	1.00	1.00	91.77	0.54	8.37	3	0.26%	16	20	8
30		Ventilador compresor verde	10	9.33	440	15.3	60	30.00	1.00	1.00	15.30	19.84	21.15	3	2.05%	2	8	4
31												1.81	6.37	3	0.86%	14	16	8

TOTALES :

910.75 849.27 1393.02

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR 1.250 kva

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

4.4 SISTEMAS DE ALUMBRADO EXTERIOR

4.4.1 Descripción del sistema utilizado que definió el desarrollo del sistema:

Por el tamaño de su terreno y por la naturaleza del trabajo que debe desempeñar, la planta de asfalto quedó integrada con las instalaciones que fueron definidas en los capítulos anteriores y estas a su vez, requieren de un sistema de alumbrado de las siguientes características :

- Interior.- Para oficinas, almacenes, talleres, casetas de subestaciones.
- Exterior.- Para patios de carga y descarga, áreas de instalación de los conjuntos de trituración, básculas, caminos de acceso y vías de circulación.

La naturaleza del proyecto es iluminar con criterio de seguridad en un terreno con instalaciones industriales, de manera que algunos factores de los que normalmente se aplican en diseño de alumbrado de calles , obras y distribuidores viales. han sido despreciados porque no son rigurosas las normas aplicadas a los sistemas de iluminación en estas condiciones y en casos como este se depende de un gran porcentaje de la calidad del luminario para obtener resultados satisfactorios.

Unos de los factores que se desprecian es la uniformidad de iluminación que proporciona visibilidad, contraste y confort. No se toma en cuenta este factor porque la uniformidad depende de la iluminación mínima horizontal y del valor de iluminación promedio, aunque intrínsecamente son valores existentes en este sistema y medibles, su relación no es constante y por lo tanto no se toma en cuenta.

Factores de cálculo fotométrico.

- Tipo de poste para montaje de luminarias.-

La línea aérea soportada en estructura Norma CFE a base de poste de concreto y la seleccionada es del tipo "V" y "T" , en su configuración permite instalar la red de baja tensión independiente de la alta tensión lo que facilita el mantenimiento al sistema de luminarias y su control, sin exponer la seguridad del operario que esté en el poste atendiendo la baja tensión.

- Altura de montaje de luminaria.-

Deben ser utilizados los postes de Norma CFE que son de concreto 11-500. Específicamente quiere decir, 11.00 mts de altura y 500 Kgs/cm² de resistencia mecánica, se define su utilización de la siguiente manera:

Empotramiento	1.80 mts
Punta de poste para AT	1.00 mts
Altura de montaje de bastidores de BT	8.20 mts
Libramiento del último hilo de BT al suelo	7.60 mts

Por lo tanto la altura de montaje de luminarias en el lado de baja tensión y a 20 cm abajo del último hilo de la red de baja tensión es de 7.40 mts.

- **Distribución del equipo de iluminación.**

En función de la topografía del terreno, del ancho de los caminos de circulación, del tipo de vehículos que van a utilizar estos caminos de la máxima velocidad permitida y de la posible localización de los postes, se define que la posible distribución de los equipos de iluminación debe ser instalado con la configuración en una sola hilera.

- **Distancia interpostal.**

Por la naturaleza de la instalación, por condiciones del terreno y para tener una modulación interpostal adecuada a la norma CFE de zonas rurales, se decide instalar los postes de concreto con una distancia máxima de 45.0 mts, con un luminario en cada uno y en base a esta distancia se podrán calcular algunos parámetros fotométricos del sistema.

- **Longitud del brazo del luminaria.**

Se dijo que los postes de concreto donde van montados las luminarias, queden instalados pegados a la barda perimetral del predio de manera que en ciertos tramos se localizan a la vera del camino de circulación y en ciertos tramos más alejados hasta 50 mts transversales.

Esta condición de instalación impone que para facilidad de mantenimiento de luminarias, controles y accesorios, un liniero con bandola y refacciones debe subir al poste y hacer labor de reposición de componentes, pero esta acción esta condicionada a que una vez arriba del poste, su bandola extendida le permita alcanzar a la luminaria para maniobrar en el lo que se requiera.

Por esta razón, el largo del brazo de la luminaria debe ser de 60 cm y estar formado de tubo de acero cédula 30 galvanizado, con una placa soldada en uno de sus extremos para poder fijar este brazo al poste con abrazaderas de Norma propias para líneas de distribución en baja tensión.

- **Selección del tipo de luminaria.**

Una luminaria es de distribución asimétrica y tipo IV cuando su diagrama isocandela de la mitad de su intensidad máxima, tiene su lado calle contenido dentro de la zona que alcanza más allá del valor de 2.75 veces la altura de montaje con respecto al eje longitudinal de la vía de tráfico.

Por su buen diseño para control en la distribución lateral esta luminaria es el especificado para alumbrado exterior en las diferentes áreas de la Planta.

Características generales de la luminaria .-

Características fotométricas:

Eficiencia total mínima	80 %
Eficiencia mínima del lado calle	47 %
Eficiencia mínima del lado banqueteta	25 %
Curva de distribución	Para lámpara del tipo HID-VSAP
Control vertical	Curva media
Control lateral	Tipo III y IV Norma IES/ANSI RP-8
Control de distribución	No cut-off a Máx. Candelas
Portalámparas para base mogul	12 posiciones, 3 Vert., 4 Horiz.
Depreciación del conjunto óptico	1% 1º año , 2% 4º año. 4% 8º año

Luminaria de cierre hermético a través de empaques de neopreno y con sistemas de filtrado a través de filtro de carbón activado que no permita el paso de impurezas dentro de la luminaria, lo preserva y lo ayuda a que su factor de mantenimiento cumpla sin permitir que se manifieste a corto plazo la depreciación del luminaria.

Factor de depreciación	0.95 LDD
------------------------	----------

Características mecánicas :

Construcción del cuerpo de la luminaria	Fundición a presión de aluminio
Pintura de acabado	Gris claro, norma ASTM-D3359-74
Herrajes y tornillería	Acero y aluminio
Fijación a la ménsula	Resista vibración de 2 g V y 4 g H
Sistema de cierre	Seguro y operable a una mano.
Módulo de potencia	Una sola pieza recinto de balastro

Características fotométricas:

Conjunto óptico	Reflector, refractor, portalámparas
Reflector	Aluminio de 1.5 mm hidroformado
Refractor	Prismático, borosilicato alta resistencia

- Potencia y tipo de lámpara

Las lámparas para iluminación del perímetro de este predio deben cumplir con los requisitos de eficiencia en la entrega de lúmenes/Watt, ahorro en el consumo de energía, confiabilidad en sus horas de vida útil y alta calidad en sus características físicas, fotométricas y eléctricas.

Con estas condiciones, las lámparas seleccionadas son del tipo de descarga eléctrica en gas de vapor de sodio en alta presión, alimentadas por balastros de potencia constante regulada.

Características generales de esta lámpara:

Características físicas :

Potencia nominal	250 watts
Tipo de base	Mogul
Tipo de bulbo	Tubular transparente
Material del bulbo	Vidrio borocilicato de Pb
Diámetro del bulbo	57.2 mm
Longitud del arco	64 - 70 mm
Largo total	247.6 mm
Largo al centro de luz	146 mm
Temperatura Máx. Del bulbo	400 °C
Temperatura Máx. En la base	210 °C

Características fotométricas:

Lúmenes iniciales promedio	27500
Lúmenes medios a 10 horas/arranq.	24750
Vida mínima promedio considerando 10 horas por encendido	20000
Temperatura de color	2100 °Kelvin
Factor de depreciación Lúmenes/lam	0.90 LLD

Características eléctricas y encendido:

Voltaje nominal RMS	100 volts
Corriente nominal RMS	3 amp.
Máximo factor de cresta	1.8 amp.
Máxima corriente RMS de arranque	4.5 amp
Voltaje RMS de circuito abierto	195 volts

Características de arranque :

Voltaje pico del pulso de arranque	2.5 - 4.0 Kv
Ancho mínimo del pulso a 90% del voltaje mínimo del pulso	1.00 microsegundos
Mínima repetición del pulso en veces por ciclo	1.00
Mínima corriente de pico del pulso	0.2 amp.
Tiempo de encendido	3 a 4 min.
Tiempo de reencendido	1 min.

4.4.2 Criterio general de cálculo.

Puesto que el ancho de la vía no es constante, se determina que la longitud por iluminar transversal al eje vertical del poste es de 20 mts. Y la altura de montaje está definida en 7.40 mts., por lo tanto, la relación de distancia transversal sobre altura de montaje es de 2.70 m. utilizando la gráfica del coeficiente de utilización proporcionada por el fabricante de la luminaria el valor obtenido es de 54 % para la curva de utilización.

La siguiente relación matemática establece la manera de calcular en forma práctica el valor del nivel promedio de iluminación en luxes:

$$N_p = (LL \times C_u \times F_m) / (D_i \times A_v)$$

Donde :

N_p = Nivel promedio de iluminación en luxes

LL = Lúmenes de lámpara, (27500)

C_u = Coeficiente de utilización, (0.54, 0/1)

F_m = Factor de mantenimiento de la luminaria

D_i = Distancia interpostal (45.00 mts)

A_v = Ancho de la Vía (Se consideraron 20 mts transversales)

Para el valor de F_m se tiene :

$$F_m = LLD \times LDD$$

$$F_m = 0.90 \times 0.95 = 0.86$$

Por lo tanto :

$$N_p = (27500 \times 0.54 \times 0.86) / (45 \times 20)$$

$$N_p = 14.19 \text{ Luxes de iluminación promedio mantenida}$$

Estos valores son el resultado de una manera practica de calcular el nivel de iluminación, básicamente se considera que este nivel de 14.19 luxes existe en los tramos donde el terreno es más o menos plano y se mantiene así durante dos o tres distancias interpostales consecutivas y si así no sucede, el nivel calculado existe a pie de poste y sin tener buena contribución de iluminación de las luminarias vecinas.

Los circuitos alimentadores en baja tensión para estas luminarias se forman con una línea de 2 fases, 3 hilos de alambre desnudo de cobre Cal. 8 ó 6, tendida en bastidores con aisladores tipo carrete y esta a su vez es alimentada desde los tableros generales de distribución en 220 V de cada área donde se ha considerado instalar alumbrado exterior.

CAPITULO 5

ESPECIFICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES

Definidas las características de subestaciones, transformadores, tableros generales, estructuras eléctricas y equipo de iluminación, se dan en este capítulo las especificaciones técnicas que deben cumplir estos equipos y sus materiales de construcción eléctrica para esta obra de modernización de sistema.

Las especificaciones técnicas y características se darán para:

- Equipo de alta tensión de subestaciones receptora y derivadas 23 Kv.
- Material y herrajes para líneas aéreas en postería de concreto.
- Equipo de baja tensión.
- Material de canalización y registros en alta y baja tensión.

5.1 SUBESTACIONES COMPACTAS PARA 23 KV

Datos generales para todas las subestaciones de esta especificación:
Deberán cumplir con lo siguiente:

Subestación tipo compacta, fabricada bajo estrictas Normas NEMA para servicio especificado INTEMPERIE o INTERIOR contenida en gabinetes para operar en voltaje nominal de 23000 V, 3F, 3H, 60Hz.

Los gabinetes deben ser metálicos blindados, contruidos con perfiles de acero rolado en frío, calibres Nums. 9,10 y 12 autosoportados, con puerta de acero embisagradas y provistas con chapa de media vuelta y portacandadoy con cada celda alojará el equipo especifico para su operación y se acoplarán mecánicamente entre si formando un solo conjunto que deberá ser pintado por dentro y por fuera en cada gabinete con acabado anticorrosivo y esmalte gris servicio exterior.

Para cada subestación en particular su integración será de la siguiente manera:

Clave: SE.Rec.P

Nombre: Subestación receptora principal

Tipo intemperie y desarrollo de derecha a izquierda

Debe constar de :

- Gabinete localizado en su extrema derecha para acometida en 23 Kv que alojará equipo de medición de CFL y cables de acometida.
- Gabinete con juego de tres apartarrayos Clase 25 Kv servicio estación y cuchilla tripolar de operación en grupo sin carga, de 400 a. Nom.
- Gabinete conteniendo interruptor general de potencia el cual a su vez debe cumplir con las siguientes características:

Interruptor en vacío de 400 Amp. Nominales, capacidad interruptiva de 16 Ka. montaje fijo, 3 polos, mecanismos de energía almacenada, operación manual y eléctrica utilizando voltaje de control de 125 V.C.D. obtenidos de un banco de baterías de 50 Amp/Hrs, el circuito de control debe ser protegido con interruptor termomagnético de dos polos.

Conmutador de contacto momentáneo con tres posiciones para cierre y disparo del interruptor.

- Lámparas indicadoras roja y verde con resistencia y capuchón.
- Resistencias calefactoras de 250 Watts, 220 V.C.A. y su circuito de alimentación debe ser protegido con interruptor termomagnético de 2 polos, 20 Amp.
- Tres transformadores de corriente, servicio interior, 150/5 Amp.
- Alambrado en tabllas terminales identificando totalmente sus circuitos de control y señalización.

Ménsula de protección a base de relevador estático trifásico de sobrecorriente y corto circuito entre fases y falla de fase a tierra con voltaje auxiliar de 125 V.C.D. debe ser ajustable a las curvas de disparo inverso, muy inverso y extremadamente inverso con su unidad de sobrecarga en rango de 0.25 a 12 A, y disparo instantáneo de 1 a 31 veces el ajuste de sobrecorriente.

- Gabinete camino de barras para bus principal con capacidad mínima de 400 amp. nominales
- Gabinete con interruptor derivado de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 1250 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.
- Gabinete con interruptor derivado de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 2500 kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.
- Gabinete con interruptor derivado de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 600 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.

- Gabinete con interruptor derivado de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 600 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv

Clave : SE.D-P7

Nombre: Subestación Planta No 7

Tipo intemperie y desarrollo de izquierda a derecha.

Debe constar de:

- Gabinete de acometida y cuchilla tripolar de operación en grupo sin carga, de 400 Amp nom.
- Gabinete con interruptor de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 1250 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.
- Gabinete de acoplamiento para unir eléctrica y mecánicamente el transformador al gabinete del interruptor.

Clave : SER-CT1/CT3

Nombre : Subestación Receptora Conjunto No 3 y 1

Tipo interior y desarrollo de izquierda a derecha

Debe constar de :

- Gabinete de acometida y cuchilla tripolar de operación en grupo sin carga , de 400 Amp nom.
- Gabinete con interruptor de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 1250 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.
- Gabinete con interruptor de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 1250 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.
- Gabinete de acoplamiento para unir eléctrica y mecánicamente el transformador al gabinete del interruptor.

Clave : SE.CT.1

Nombre : Subestación Conjunto No 1

Tipo interior y desarrollo de derecha a izquierda

Debe constar de:

- Gabinete de acometida y cuchilla tripolar de operación en grupo sin carga , de 400 Amp nom.
- Gabinete con interruptor de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 1250 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.
- Gabinete de acoplamiento para unir eléctrica y mecánicamente el transformador al gabinete del interruptor.

Clave : SE.PLA5

Nombre : subestación Planta No 5

Tipo interior y desarrollo de izquierda a derecha

Debe constar de:

- Gabinete de acometida y cuchilla tripolar de operación en grupo sin carga , de 400 Amp nom.
- Gabinete con interruptor de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 2000 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.
- Gabinete de acoplamiento para unir eléctrica y mecánicamente el transformador al gabinete del interruptor.

Clave : SE.PLA6

Nombre : Subestación Planta No 6

Tipo interior y desarrollo de izquierda a derecha

Debe constar de :

- Gabinete de acometida y cuchilla tripolar de operación en grupo sin carga , de 400 Amp nom.
- Gabinete con interruptor de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 1250 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.
- Gabinete de acoplamiento para unir eléctrica y mecánicamente el transformador al gabinete del interruptor.

Clave : SE.OFI

Nombre : Subestacion Oficinas

Tipo interior y desarrollo de izquierda a derecha

Debe constar de :

- Gabinete de acometida y cuchilla tripolar de operación en grupo sin carga . de 400 Amp nom.
- Gabinete con interruptor de operación en aire con fusibles de potencia de A.C.I. para 225 Kva en 23 Kv con apartarrayos autovalvulares para 25 Kv.
- Gabinete de acoplamiento para unir eléctrica y mecánicamente el transformador al gabinete del interruptor.

5.2 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

5.2.1 Tipo industrial

Deberán cumplir con lo siguiente:

Transformador trifasico en aceite, para operar a 2600 msnm, completo con indicadores de temperatura del aceite, nivel grifo de muestreo del aceite en la inferior del tanque, registro en tapa superior atornillado y empacado, cambiador de derivaciones de operación sin carga y sin potencial.

- Voltaje nominal primario 23,000 V
- Voltaje nominal secundario 440 V
- Derivaciones 4, 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal cada una
- Tipo de conexión en el devanado primario Delta
- Tipo de conexión en el devanado secundario Estrella

Clave : TSE-PA7

Nombre : Transformador Planta No 7

Tipo intemperie y boquillas de alta del lado izquierdo
Capacidad 1250 KVA

Clave : TSE-CT3

Nombre : Transformador Conjunto No 3

Tipo intemperie y boquillas de alta del lado izquierdo
Capacidad 1250 KVA

Clave : TSE-CT1

Nombre : Transformador Conjunto No 1

Tipo intemperie y boquillas de alta del lado derecho
Capacidad 1250 KVA

Clave : TSE-PA5

Nombre : transformador Planta No 5

Tipo intemperie y boquillas de alta del lado izquierdo
Capacidad 2000 KVA

Clave : TSE-PA6

Nombre : transformador Planta No 6

Tipo intemperie y boquillas de alta del lado izquierdo
Capacidad 1250 KVA

Clave : TSE-OFG

Nombre : Transformador Oficinas

Tipo intemperie y boquillas de alta del lado izquierdo
Capacidad 225 KVA

5.2.2 Tipo distribución en poste.

Deberán cumplir con lo siguiente:

Transformador trifásico en aceite, para montaje en subestación intemperie tipo rural, para operar a 2600 metros sobre el nivel del mar, completo con indicadores de temperatura del aceite, nivel, grifo de muestreo del aceite en la parte inferior del tanque, registro en tapa superior atornillado y empacado, cambiador de derivaciones de operación sin carga y sin potencial.

- Derivaciones 4, 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal
2.5% c/una
- Tipo de conexión en el devanado primario Delta
- Tipo de conexión en el devanado secundario Estrella

Clave : TSE-TA.ELE

Nombre : Transformador taller eléctrico y tornos

Capacidad 225 Kva
Voltaje nominal Primario 23000 V
Voltaje nominal secundario 440/254 V

Clave : TSE-TA.SOL

Nombre : Transformador taller de soldadura

Capacidad 150 Kva
Voltaje nominal Primario 23000 V
Voltaje nominal secundario 220/127 V

Clave : TSE-TA.MQP

Nombre : Transformador taller maquinaria pesada

Capacidad	150 Kva
Voltaje nominal Primario	23000 V
Voltaje nominal secundario	220/127 V

Clave : TSE-TA.MEC

Nombre : Transformador taller mecánico

Capacidad	75 Kva
Voltaje nominal Primario	23000 V
Voltaje nominal secundario	220/127 V

5.2.3 Tipo distribución

Debera cumplir con lo siguiente:

Transformador trifasico en aceite, con indicadores de temperatura del aceite, nivel, grifo de muestreo del aceite en la parte inferior del tanque, registro en tapa superior atornillado y empacado. o en aire tipo seco según se indique para operar a 2600 metros sobre el nivel del mar. cambiador de derivaciones de operación sin carga y sin potencial.

- Voltaje nominal primario 440 V
- Voltaje nominal secundario 220/127 V
- Derivaciones 4, 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal 2,5% c/una
- Tipo de conexión en el devanado primario Delta
- Tipo de conexión en el devanado secundario Estrella

Clave : TD-PA7.1

Nombre : Transformador Alumbrado y Servicios Propios Planta No 7

Tipo	interior
Enfriamiento	en aire
Capacidad	75 Kva.

Clave : TD-PA7.2

Nombre : Transformador servicios Especiales Planta No 7

Tipo	intemperie
Enfriado	en aceite
Capacidad	75 Kva.

Clave : TD-CT1.1

Nombre : Transformador Alumbrado y Servicios Propios Conjunto No 1

Tipo i	interior
Enfriamiento	en aire
Capacidad	75 Kva.

Clave : TD-CT1.2

Nombre : Transformador Talleres Cercanos Conjunto No 1

Tipo	interior
Enfriamiento	en aire
Capacidad	75 Kva.

Clave : TD-CT1.3

Nombre : Transformador Alumbrado y Servicios Propios Conjunto No 3

Tipo	interior
Enfriamiento	en aire
Capacidad	75 Kva.

Clave : TDF-PA5.1

Nombre : Transformador Alumbrado y Servicios Propios Planta No 5

Tipo	interior
Enfriamiento	en aire
Capacidad	100 Kva.

Clave : TDF-PA5.2

Nombre : Transformador Tanques de Almacenamiento de Asfalto

Tipo	interior
Enfriamiento	en aire
Capacidad	75 Kva.

Clave : TDF-PA6.1

Nombre : Transformador Alumbrado y Servicios Propios planta No 6

Tipo	interior
Enfriamiento	en aire
Capacidad	75 Kva.

Clave : TDF-PA6.2

Nombre : Transformador Servicios Especiales Planta No 6

Tipo	intemperie
Enfriamiento	en aire
Capacidad	75 Kva.

Clave : TA-TA.ELE

Nombre : Transformador Alumbrado y Servicios Propios Taller Eléctrico

Tipo	interior
Enfriamiento en aire	
Capacidad	150 Kva.

5.3 TABLEROS GENERALES DE DISTRIBUCION

Deberán cumplir con lo siguiente :

Estos tableros generales de distribución en baja tensión, son del tipo autoportado, servicio interior, fabricado con aplicación Normas NEMA en el diseño de su estructura, modulación y facilidad para montaje y retiro de interruptores generales y derivados, completo con todos sus elementos estandarizados, soportes aislados, barras de tierra t barras principales con la capacidad adecuada para la corriente nominal y de corto circuito según cada caso en específico que se describen a continuación:

Clave : TGD-PA7

Nombre : Tablero General de la Planta No 7

Tipo interior

Autoportado

Medición del voltaje

Voltaje de operación 440 V

Compuesto de la siguiente forma:

Interruptor general :

3x2000 a Electromagnético con medición corriente

Interruptores derivados:

3Pza. De 3x200 A.

1Pza. De 3x400 A.

2 espacios futuros

Clave : TGD-CT1

Nombre : Tablero General del conjunto No 1

Tipo interior

Autoportado

Medición del voltaje

Voltaje de operación 440 V

Compuesto de la siguiente forma:

Interruptor general :

3x2000 a Electromagnético con medición corriente

Interruptores derivados:

2Pza. De 3x200 A.

1Pza. De 3x400 A.

2 espacios futuros

Clave : TGD-CT3

Nombre : Tablero General del conjunto No 3

Tipo interior

Autosoportado

Medición del voltaje

Voltaje de operación 440 V

Compuesto de la siguiente forma:

Interruptor general :

3x2000 a Electromagnético con medición corriente

Interruptores derivados:

1Pza. De 3x300 A.

1Pza. De 3x200 A.

2 espacios futuros

Clave : TGD-PA5

Nombre : Tablero General de la Planta No 5

Tipo interior

Autosoportado

Medición del voltaje

Voltaje de operación 440 V

Compuesto de la siguiente forma:

Interruptor general :

3x3500 A Electromagnético con medición corriente

Interruptores derivados:

1Pza. De 3x400 A.

1Pza. De 3x200 A.

1Pza. De 3x175 A.

2 espacios futuros

Clave : TGD-PA6

Nombre : Tablero General de la Planta No 6

Tipo interior

Autosoportado

Medición del voltaje

Voltaje de operación 440 V

Compuesto de la siguiente forma:

Interruptor general :

3x2000 A Electromagnético con medición corriente

Interruptores derivados:

1Pza. De 3x300 A.

2Pza. De 3x200 A.

2 espacios futuros

Clave : TGD-TA.ELE

Nombre : Tablero General del taller eléctrico y tornos

Tipo interior

Sobreponer

Medición del voltaje y corriente

Voltaje de operación 440 V

Compuesto de la siguiente forma:

Interruptor general :

3x400 A Termomagnético

Interruptores derivados:

1Pza. De 3x400 A.

1Pza. De 3x250 A.

1Pza. De 3x20 A.

2 espacios futuros

Clave : TGD-TA.MEC

Nombre : Tablero General del taller mecánico

Tipo interior

Sobreponer

Voltaje de operación 220 V

Compuesto de la siguiente forma:

Interruptor general :

3x250 A Termomagnético

Interruptores derivados:

1Pza. De 3x250 A.

1Pza. De 3x30 A.

4 espacios futuros

Clave : TGD-TA.SOL

Nombre : Tablero General del taller de soldadura

Tipo interior

Sobreponer

Voltaje de operación 220 V

Compuesto de la siguiente forma:

Interruptor general :

3x500 A Termomagnético

Interruptores derivados:

2Pza. De 3x250 A.

2Pza. De 3x100 A.

1Pza. De 3x60 A.

2 espacios futuros

5.4 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

Datos generales para los CCM's de esta especificación

Cada CCM, debe ser del tipo tablero autosoportado, fabricados y alambrados según Normas NEMA 1, clase 1, tipo b, para servicio interior, construcción modular, deben contener las barras generales de capacidad suficiente para las corrientes que maneje cada uno de sus motores integrantes y conexiones para línea de llegada.

En general cada CCM deberá ser con arreglo para operar en 440 V y cada combinación interruptor-arrancador llevará lámparas piloto verde y roja, botones de arranque y paro localizados en el mismo tablero, pero además tablillas terminales de conexiones para alambrear un sistema paralelo de arranque y paro con botonera a control remoto y lámparas indicadoras, incluyendo además placas con leyendas específicas para cada motor.

Todo este conjunto de control de remotos estará localizados en una consola de control central ubicada en caseta específica.

Se anexan los diagramas unifilares que muestran las especificaciones de motores a controlar, calibre y longitud de sus alimentadores, capacidad de interruptores.

Clave : CCM-CT

Nombre : Centro de Control de Motores del conjunto No 1

Voltaje de Operación 440 V

Voltaje de control 110V

Compuesto de la siguiente forma:

Modulos a tensión completa para:

2 motores de 10 Hp

3 motores de 15 Hp

2 motores de 20 Hp

4 motores de 25 Hp

1 motor de 50 Hp

Modulos a tensión reducida:

2 motores de 75 Hp

5 motores de 100 Hp

1 motores de 150 Hp

5.5 BANCOS DE CAPACITORES

Datos generales para todos los bancos de capacitores de esta especificación

5.5.1 Bancos automáticos.

Cada banco deberá contener fusibles limitadores de corriente y deben tenerse por lo menos dos fusibles limitadores de 200 000 a de capacidad interruptiva instalados uno en cada fase y cuando las características del sistema lo requieran y así se especifique, se deberá instalar 3 fusibles de la misma características, uno en cada fase. Además deberá contener luces indicadoras que señalicen cuando se halla disparado un fusible general de fase o cuando esté en falla algunas de las unidades capacitivas por fase o por paso, interruptor general termomagnético que permita la desconexión total del equipo. La protección interna de los capacitores deberá ser según el standar 810 de UL, deberá contener un control electrónico con voltaje de operación 120 VCA con pantalla digital que muestre valores instantáneos de:

- Factor de potencia
- Corriente activa
- Corriente reactiva
- Número de paso que está energizado
- Protección para no voltaje

Todos los bancos deberán estar contenidos en gabinete metálico autosoportado para servicio interior tipo NEMA 1 cerrado con puerta embisagrada y manija, ventilado y provisto de extractor.

Clave : BAC-PA7

Nombre : Banco automático para planta 7

Voltaje de Operación	480 V
Capacidad	300 Kvar
No de pasos	7
	5 a 50 Kvar
	2 a 25 Kvar

Clave : BAC-CT1

Nombre : Banco automático para Conjunto No 1

Voltaje de Operación	480 V
Capacidad	800 Kvar
No de pasos	12
	8 a 75 Kvar
	4 a 50 Kvar

Clave : BAC-CT3

Nombre : Banco automático para Conjunto No 3

Voltaje de Operación	480 V
Capacidad	700 Kvar
No de pasos	10
	8 a 75 Kvar
	2 a 50 Kvar

Clave : BAC-PA5

Nombre : Banco automático para planta 5

Voltaje de Operación	480 V
Capacidad	300 Kvar
No de pasos	7
	5 a 50 Kvar
	2 a 25 Kvar

Clave : BAC-PA6

Nombre : Banco automático para planta 6

Voltaje de Operación	480 V
Capacidad	500 Kvar
No de pasos	8
	4 a 75 Kvar
	4 a 50 Kvar

5.5.2 Bancos fijos

Cada banco deberá contener fusibles limitadores de corriente y deben tenerse por lo menos dos fusibles limitadores de 200 000 a de capacidad interruptiva instalados uno en cada fase y cuando las características del sistema lo requieran y así se especifique, se deberá instalar 3 fusibles de la misma características, uno en cada fase. Además deberá contener luces indicadoras que señalicen cuando se halla disparado un fusible general de fase o cuando esté en falla algunas de las unidades capacitivas por fase o por paso, interruptor general termomagnético que permita la desconexión total del equipo. La protección interna de los capacitores deberá ser según el standar 810 de UL

Clave : BFC-TA.ELE

Nombre : Banco fijo para taller Eléctrico y tornos

Voltaje de operación	480 V
Capacidad	15 Kvar

Clave : BFC-TA.MQP

Nombre : Banco fijo para taller Maquinaria Pesada

Voltaje de operación 240 V

Capacidad 15 Kvar

Clave : BFC-TA.MEC

Nombre : Banco fijo para taller Mecánico

Voltaje de operación 240 V

Capacidad 10 Kvar

Clave : BFC-TA.SOL

Nombre : Banco fijo para taller Soldadura

Voltaje de operación 240 V

Capacidad 15 Kvar

RECOMENDACIONES

La experiencia obtenida en el sistema de instalaciones existente, dictamina que los puntos principales para el desarrollo de este capítulo son los que se refieren a los programas de mantenimiento y tener muy en cuenta que el nuevo voltaje primario de 23 Kv no admite los excesos de confianza que se han permitido en el voltaje de 6 Kv y se deben observar con mucho rigor las normas de seguridad para instalación, operación y mantenimiento.

Los puntos principales para garantizar una continuidad de servicio y buen funcionamiento en el sistema de control, protección y medición, son los siguientes .

- Revisión de los alcances técnicos en todos los niveles gerárquicos que tiene el personal asignado para las tareas eléctricas de operación y mantenimiento.
- Diseñar cursos de capacitación eléctrica en todos los niveles con metodología teórico-práctica, específicamente aplicado al sistema instalado en la planta de asfalto.
- Conferencias dirigidas para que el personal técnico en todos sus niveles gerárquicos conozcan el riesgo que implica insistir y seguir trabajando en las condiciones y con los métodos que hasta la fecha imperan en las instalaciones eléctricas de la planta de asfalto

Los inconvenientes que implican improvisar instalaciones tanto en alta como en baja tensión y los altos riesgos que se corren como persona y como empresa al trabajar en condiciones de:

- Carencia de un sistema de tierras y sin hilos neutros sólidamente aterrizados
- Grandes variaciones de voltaje por exceso en longitud de alimentadores y por neutros flotantes.
- Excesivos costos de operación debidos a la frecuente reparación de equipo eléctrico que se deteriora y falla por que los parámetros eléctricos y la calidad de potencia no son los ideales para operaciones seguras y dentro de los estándares de rendimiento.
- La importancia que no se le da al equipo de reciente adquisición, el trato inadecuado y la falta de almacenamiento previo a su instalación, la falta de pruebas de campo que se le debe practicar antes de su puesta en operación y sobre todo el conocimiento del equipo, la comprensión precisa, necesaria y suficiente para saber que se puede esperar del equipo, utilizarlo y manejarlo en la forma exacta para lo que fue diseñado.

- Implementar cursos de conocimiento de lo que son las Normas de seguridad y la importancia de aplicarlas en la rutina diaria de trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Transformadores de potencia, de medida, de protección. Enrique Ras
7ª Edición. Edit. Alfaomega, Marcombo.

Manual Practico de Instalaciones Eléctricas. H.P: Richter. W. Creighton
Edit. C.E.C.S.A.

Instalaciones de Puesta a Tierra. Jaime Riba Sarda.
Edit. Marcombo.

Teoría de Sistemas y Circuitos. Gerez Greiser, Murray-Lasio
Eidt. Alfaomega.

Análisis de Circuitos en Ingeniería. H. Hayt, Jack Kemmerly
Edit. Mc Graw Hill.

Nom001-SEMP. 1994 Norma Oficial Mexicana Relativa a las Instalaciones
Destinadas al Suministro y Uso de la Energía Eléctrica
S.E.P., I.P.N.

American Electricians Handbook. Terrell Croft, Wicford Summers
Thelth Edition Edit. Mc Graw Hill.

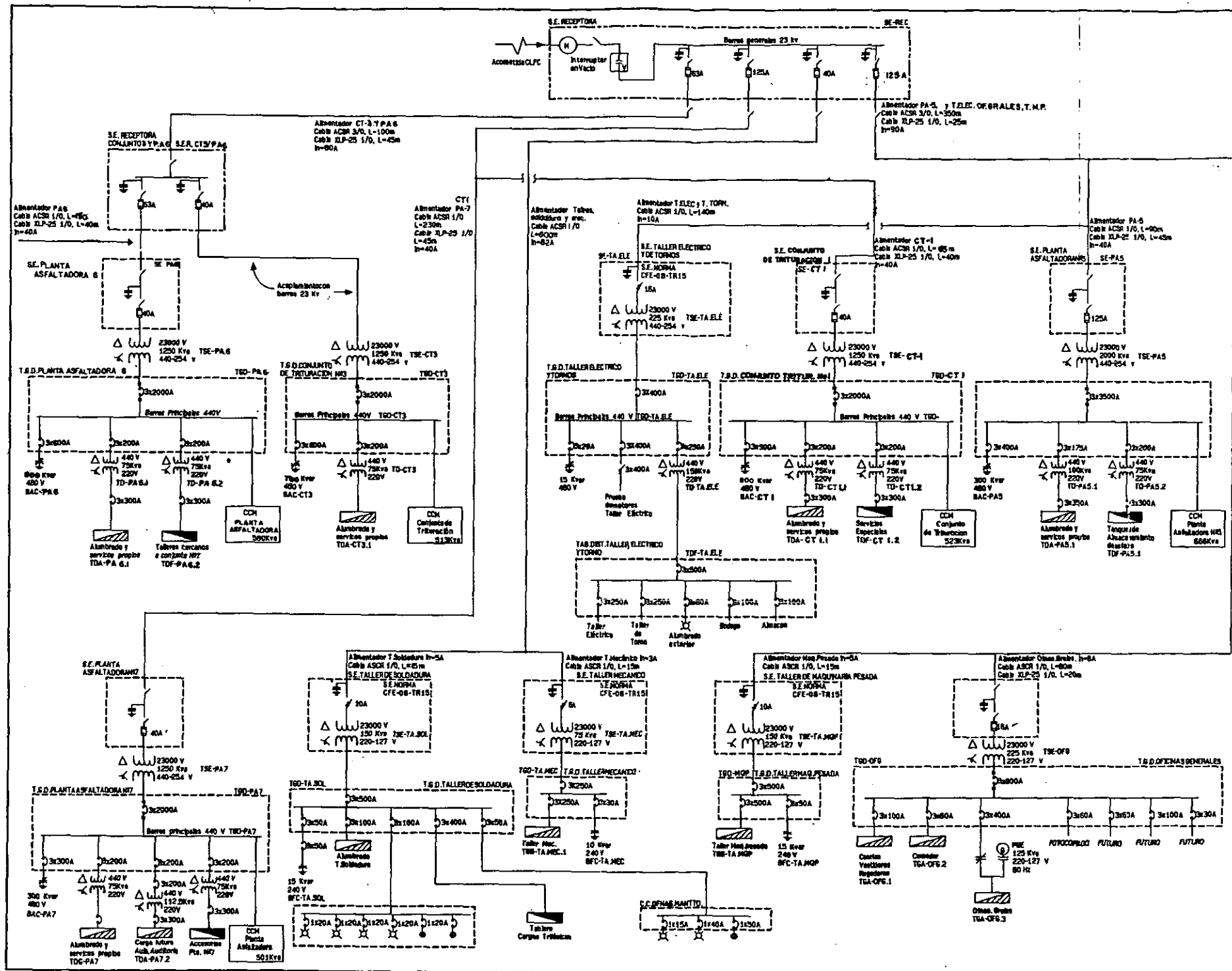
Motores de Corriente Alterna. José Manuel Puctol Viva
Edit. Limusa.

Practical Electrical Wiring. Richter Chawn
16th Edition. Edit. Mc Graw Hill.

Análisis de Circuitos Electricos. Egun Brenner
Edit. Mc Graw Hill.

Catelogo General de Condumex. Condumex S.A. de C.V.
1998.

APENDICE



- Simbología:**
- Interruptor en aire con tensión de potencia 23kV
 - Aparatos tipo estándar Clase 23kV
 - Interruptor 23 Kv, 400A 23kV en vacío
 - Interruptor electrónico
 - Interruptor magnético
 - Capacitor fijo
 - Capacitor variable
 - Tablero de distribución de alambres
 - Tablero de distribución de fuerza
 - Transformador
 - Alambres
 - Corta circuito fijo
 - Corta circuito de operación sin carga
- Notas:**
- Para detalles de cargas e interruptores Ver Plano DU-02
 - Ver Plano DU-03
 - Ver Plano DU-04
 - Para detalles de cuadros de cargas de fuerza e Alambres Ver Plano DU-05
 - Para la ubicación física de la subestación Ver Plano SE-01
 - Ver Plano SE-02

PLANTA DE ASFALTO DEL D.F.
MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Ubicación:
 AV. DE LA INAH No. 263 COYACÁN O.F.

Escala:
 5/8"

Fecha:

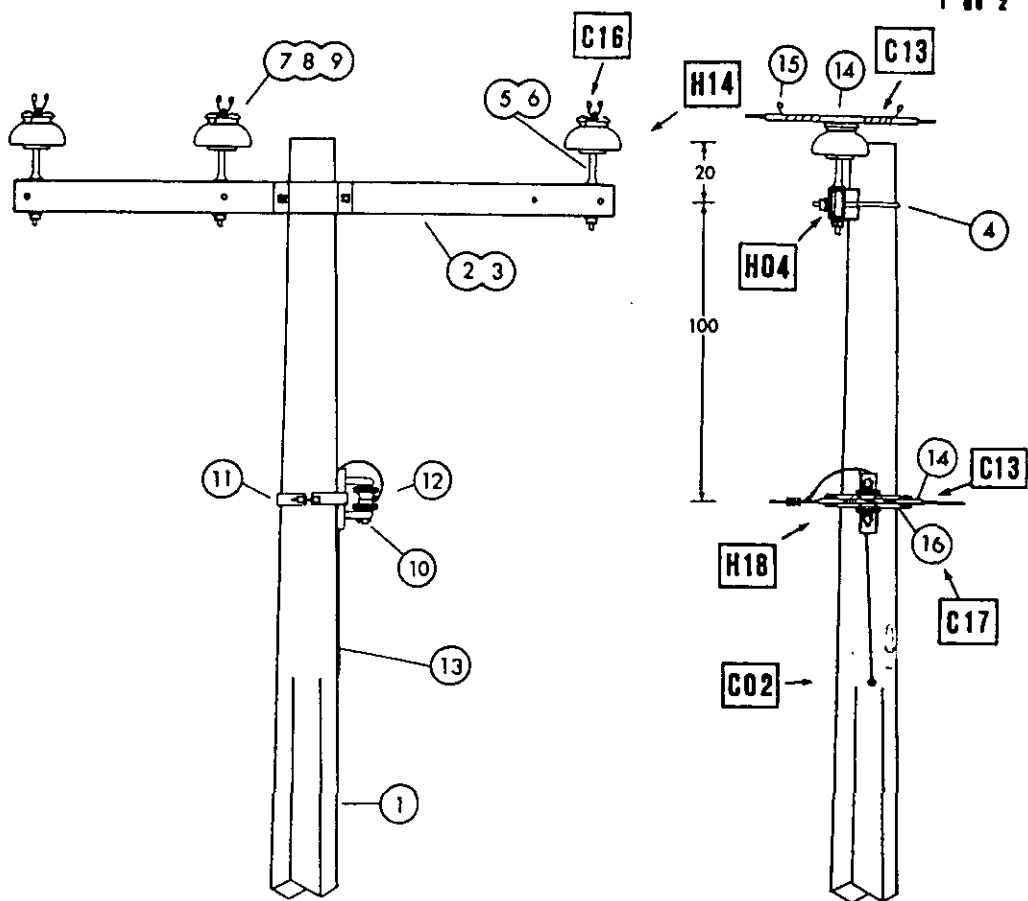
Plano:
 DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

Clave de plano:
DU-01
 FASE 1

Proyecto:
 Servicio de Producción y Mantenimiento

Autor:

Garante General:



SE UTILIZA EN AREAS RURALES CON BAJA INCIDENCIA DE DESCARGAS ATMOSFERICAS Y EN AREAS URBANAS PARA LINEAS PRIMARIAS SIN RED SECUNDARIA.

EN AREAS RURALES LA FASE CENTRAL DEBERA INSTALARSE ALTERNADAMENTE (A UNO Y OTRO LADO DEL POSTE) EN CADA ESTRUCTURA.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA **TS3N**

MODULO DE MATERIALES

2 de 2

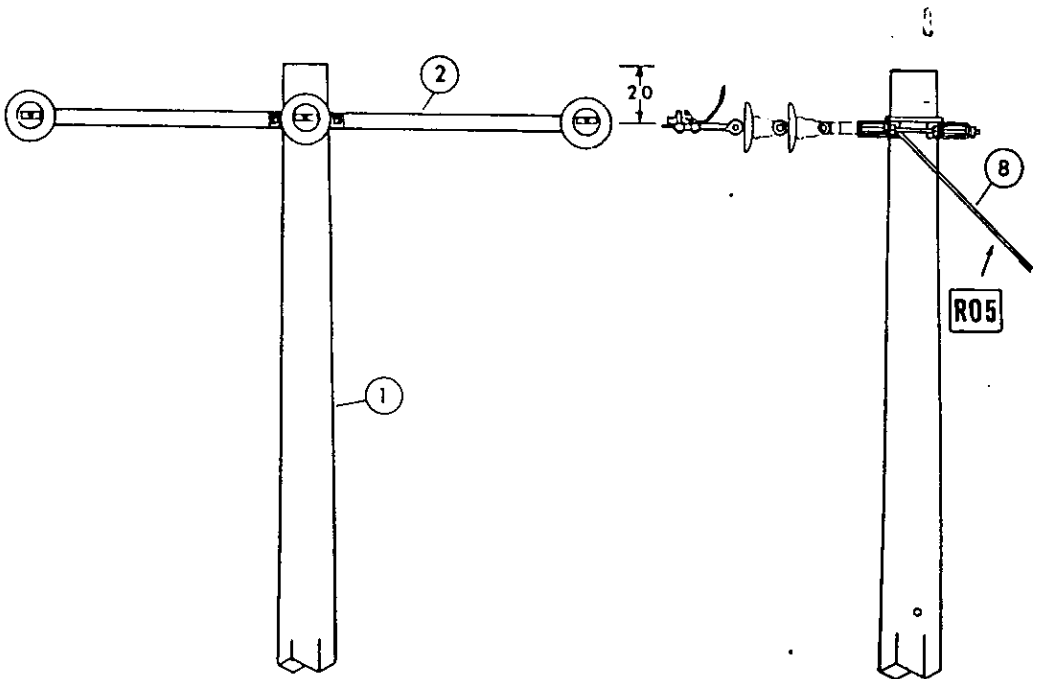
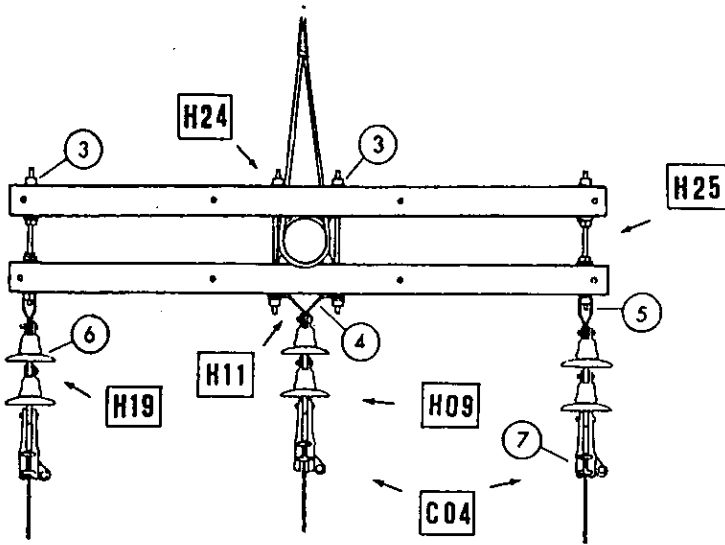
R.E.F. Nº	Nº DE PAG. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	5004A*	Pz	POSTE DE CONCRETO PC-S/R (1)	1	1	1
2	1058A1	"	CRUCETA PT200	1	1	-
3	1062A1	"	CRUCETA PT250	-	-	1
4	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
5	1014A1	"	ALFILER 1A	3	3	-
6	1014A2	"	ALFILER 2A	-	-	3
7	200500	"	AISLADOR 13A	3	-	-
8	202000	"	AISLADOR 22NC	-	3	-
9	201000	"	AISLADOR 33A	-	-	3
10	1023A1	"	BASTIDOR B1	1	1	1
11	1008A1	"	ABRAZADERA 1BS	1	1	1
12	1030A1	"	CARRETE H	1	1	1
13		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02 (2)	1	1	1
14	31**A*	Pz	VARILLA PROTECTORA S/N 07 FC 02	4	4	4
15	400*A*	LOTE	AMARRE ALAMBRE S/N 07 FC 05	3	3	3
16	400*A*	LOTE	AMARRE ALAMBRE S/N 07 FC 06	1	1	1

NOTAS :

- (1).- EN LINEAS RURALES UTILICE POSTE PC-11-700. EN LAS CIUDADES SE UTILIZARA POSTE PC-12-750. VEA NORMA 05 00 05.
PARA TRAMOS CORTOS EN AREAS RURALES UTILICE POSTE PC-11-500 PARA CONDUCTORES LIGEROS Y POSTE PC-11-700 PARA CONDUCTORES PESADOS.
- (2).- EN AREAS RURALES SE INSTALARA UNA BAJANTE DE TIERRA CADA DOS ESTRUCTURAS. EN AREA URBANA LA CONEXION A TIERRA LA DETERMINARA LA RED SECUNDARIA.
- 3.- PARA LA SELECCION DE NEUTRO CORRIDO EN LINEAS RURALES VEA NORMA 09 00 06.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA **R030**

1 de 2



SE UTILIZA PARA REMATAR CONDUCTORES PESADOS.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA RD30

MODULO DE MATERIALES

2 de 2

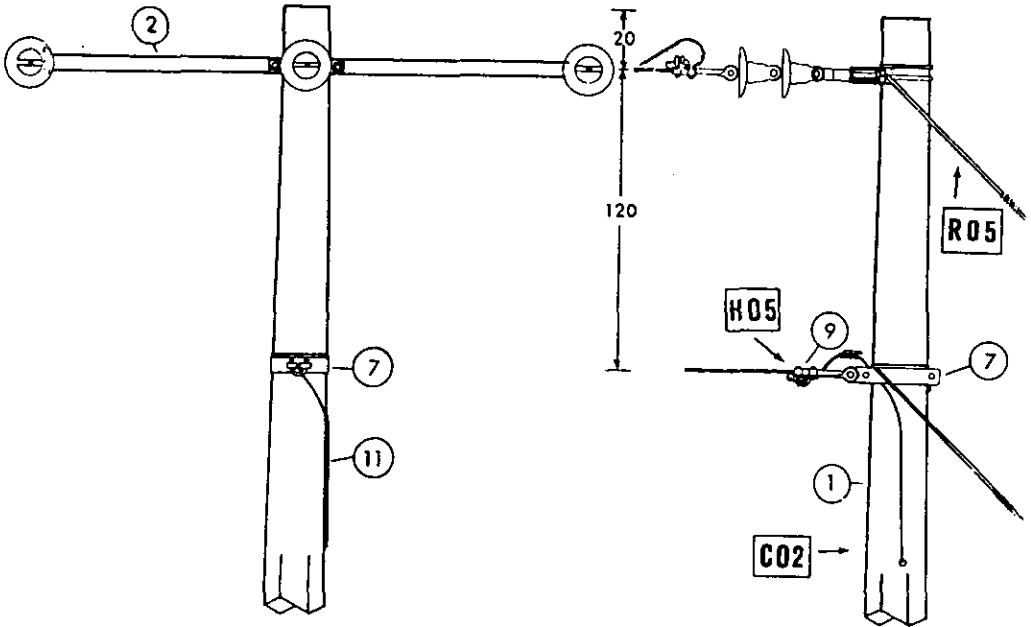
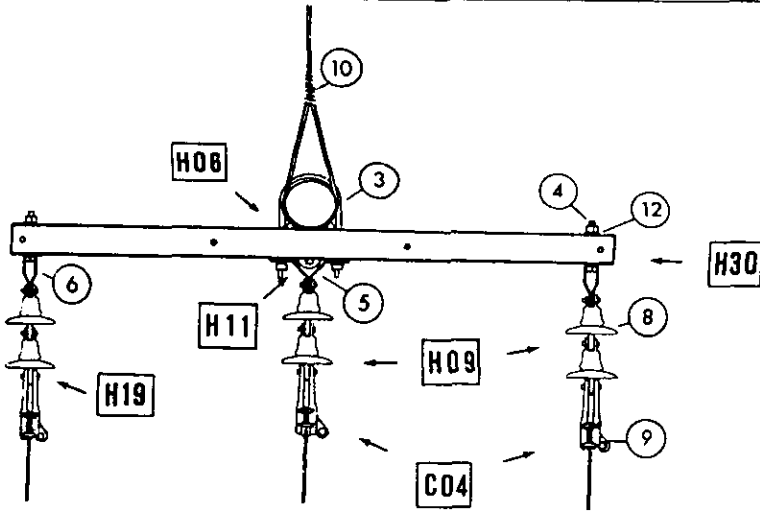
REF. NO	NO DE PAG. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13KV	23KV	33KV
1	5004A*	Pz	POSTE DE CONCRETO PC-S/R (1)	1	1	1
2	1060A1	"	CRUCETA PR200	2	2	2
3	1129A4	"	PERNO DR 16x457	4	4	4
4	1116A1	"	MOLDURA RE	1	1	1
5	1118A1	"	OJO RE	2	2	2
6	2017A1	"	AISLADOR 7SVH10	6	9	12
7	109***	"	GRAPA REMATE S/N 07 FC 04	3	3	3
8		LOTE	RETENIDA S/N 06 00 04	S/R	S/R	S/R

NOTAS :

(1).- SELECCIONE EL POSTE CONFORME NORMA 05 00 05.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA RS3N

1 de 2



SE UTILIZA SOLO PARA REMATAR CONDUCTORES LIGEROS.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA RS3N

MODULO DE MATERIALES

2 de 2

REF. N°	N° DE PAG. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	5004A*	Pz	POSTE DE CONCRETO PC - S/R (1)	1	1	1
2	1060A1	"	CRUCETA PR200	1	1	1
3	1010A5	"	ABRAZADERA UL	1	1	1
4	9026AM	"	TORNILLO MAQUINA 16x152	2	2	2
5	1116A1	"	MOLDURA RE	1	1	1
6	1118A1	"	OJO RE	2	2	2
7	1004A2	"	ABRAZADERA 2AG	1	1	1
8	2017A1	"	AISLADOR 7SVH10	6	9	12
9	109***	"	GRAPA REMATE S/N 07 FC 04 (2)	4	4	4
10		LOTE	RETENIDA S/N 06 00 04	S/R	S/R	S/R
11		"	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1
12	1135A1	Pz	PLACA IPC	4	4	4

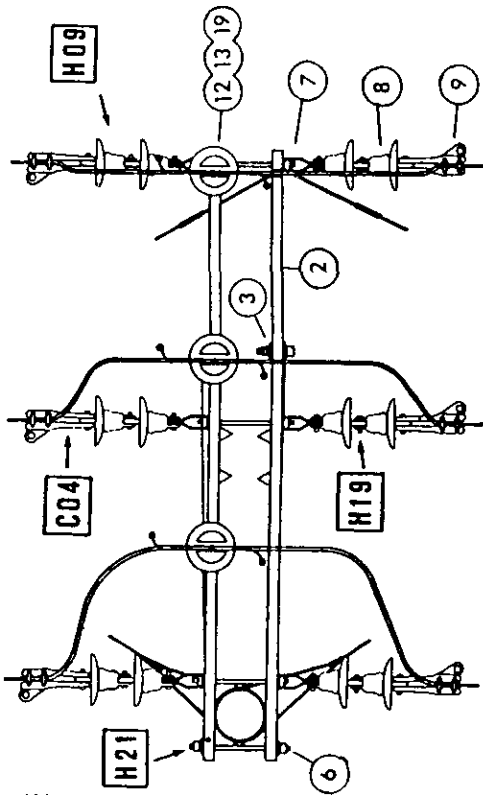
NOTAS :

(1).- SELECCIONE EL POSTE CONFORME NORMA 05 00 05.

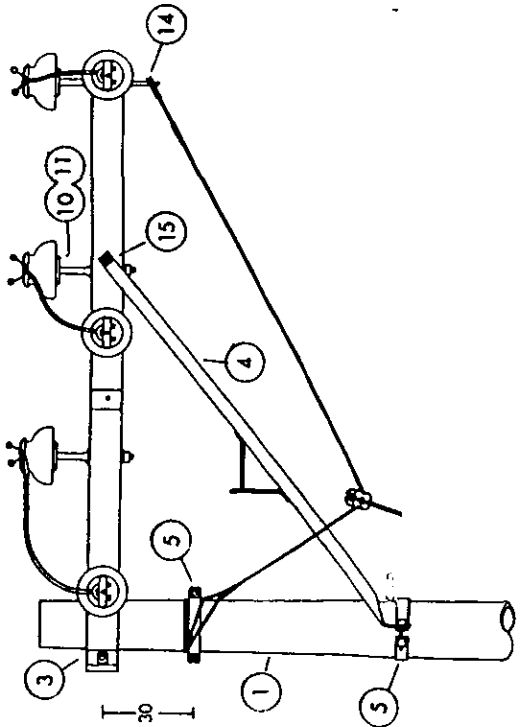
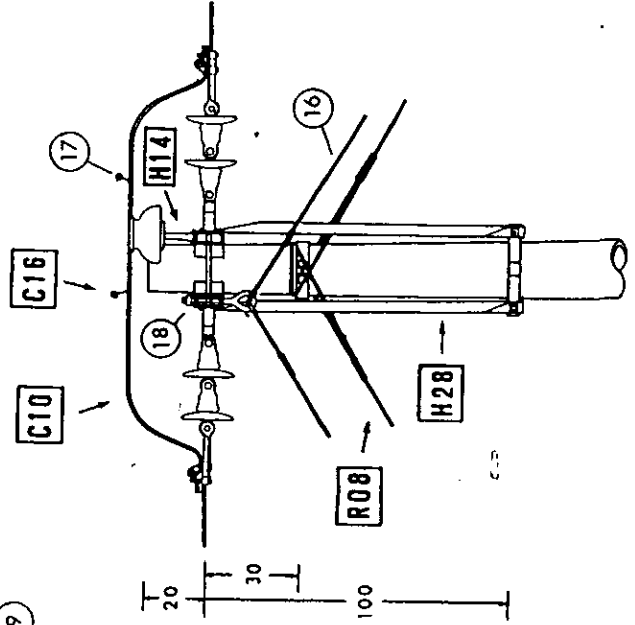
(2).- EN AREA URBANA REMATE EL NEUTRO EN BASTIDOR Y CARRETE H.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VA 30

SE UTILIZA EXCLUSIVAMENTE EN
 AREAS URBANAS.



ACOTACION EN CENTIMETROS



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VA30

MODULO DE MATERIALES

2 de 2

REF. NO	NR DE PAG. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	5002A1	Pz	POSTE DE ACERO A-13 (2)	1	1	1
2	1058A1	"	CRUCETA PT200	2	2	2
3	1142A1	"	PLACA PR	10	10	10
4	1172A2	"	TIRANTE T2	2	2	2
5	1008A1	"	ABRAZADERA 1BS	2	2	2
6	1129A1	"	PERNO DR 16x305	4	4	4
7	1118A1	"	OJO RE	6	6	6
8	2017A1	"	AISLADOR 7SVH10	12	18	24
9	109***	"	GRAPA REMATE S/N 07 FC 04	6	6	6
10	1014A1	"	ALFILER 1A	3	-	-
11	1014A2	"	ALFILER 2A	-	3	3
12	200500	"	AISLADOR 13A	3	-	-
13	200800	"	AISLADOR 22A	-	3	-
14	1127A1	"	PERNO IPO	1	1	1
15	9026AL	"	TORNILLO MAQUINA 16x76	2	2	2
16		LOTE	RETENIDA S/N 06 00 04	1	1	1
17	4006A2	"	AMARRE ALAMBRE S/N 07 FC 05	3	3	3
18	1135A1	Pz	PLACA 1PC	2	2	2
19	201000	"	AISLADOR 33A	-	-	3

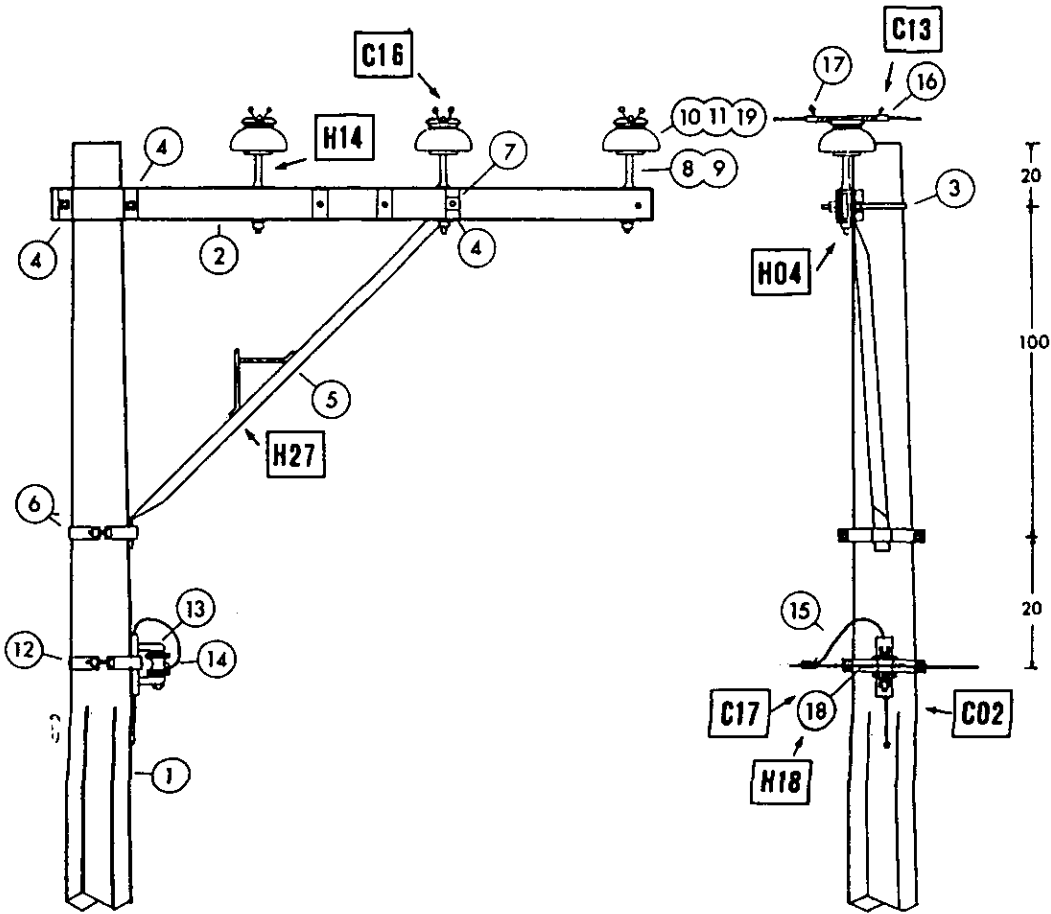
NOTAS :

1.- UTILICE ESTA ESTRUCTURA EN CASOS DE CAMBIO DE CALIBRE DE CONDUCTOR Y QUE EXISTA PROBLEMA DE LIBRAMIENTO A EDIFICIOS. PARA APERTURA ELECTRICA UTILICE EL CRITERIO DE LA NORMA 04 CO 16.

(2).- PARA ANCLAR CONDUCTORES LIGEROS INSTALE POSTE PC-12-750.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VS3N

1 de 2



SE UTILIZA EXCLUSIVAMENTE EN AREAS URBANAS.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VS3N

MODULO DE MATERIALES

2 de 2

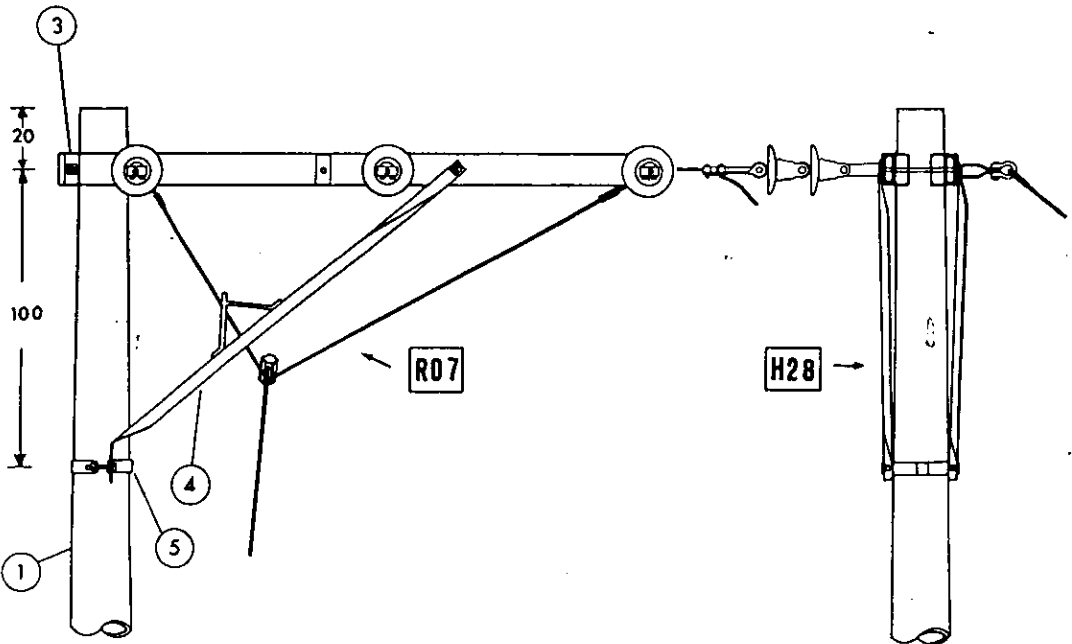
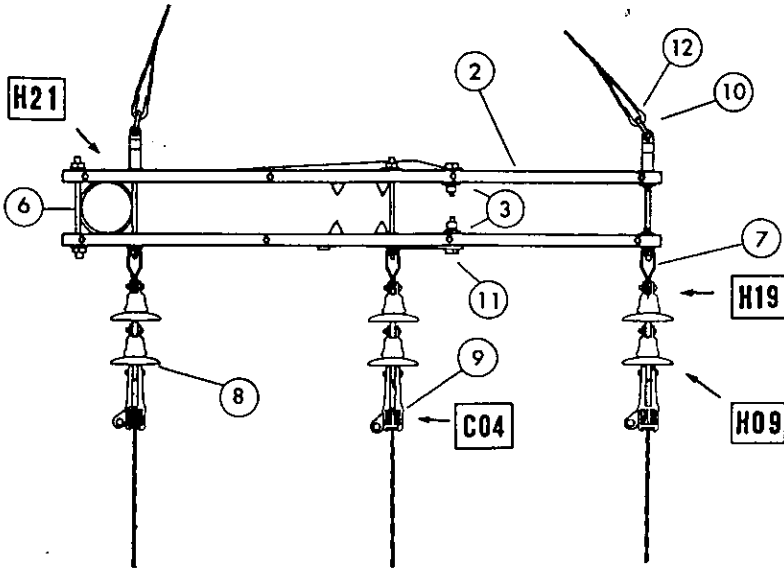
REF. N°	N° DE PAG. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13KV	23KV	33KV
1	5004A6	Pz	POSTE DE CONCRETO PC-12-750	1	1	1
2	1058A1	"	CRUCETA PT200	1	1	1
3	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
4	1142A1	"	PLACA PR	3	3	3
5	1172A2	"	TIRANTE T2	1	1	1
6	1008A1	"	ABRAZADERA 1BS	1	1	1
7	9026AL	"	TORNILLO MAQUINA 16x76	1	1	1
8	1014A1	"	ALFILER 1A	3	-	-
9	1014A2	"	ALFILER 2A	-	3	3
10	200500	"	AISLADOR 13A	3	-	-
11	202000	"	AISLADOR 22NC	-	3	-
12	1008A2	"	ABRAZADERA 2BS	1	1	1
13	1023A1	"	BASTIDOR B1	1	1	1
14	1030A1	"	CARRETE H	1	1	1
15		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1
16	31**A*	Pz	VARILLA PROTECTORA S/N 07 FC 02	3	3	3
17	400*A*	LOTE	AMARRE DE ALAMBRE S/N 07 FC 05	3	3	3
18	400*A*	"	AMARRE DE ALAMBRE S/N 07 FC 06	1	1	3
19	201000	Pz	AISLADOR 33A	-	-	3

NOTAS :

1.- ESTA ESTRUCTURA SE UTILIZA CUANDO NO EXISTA LINEA SECUNDARIA.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VR30

1 de 2



SE UTILIZA EXCLUSIVAMENTE EN AREAS URBANAS.

ACOTACION EN CENTIMETROS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VR30

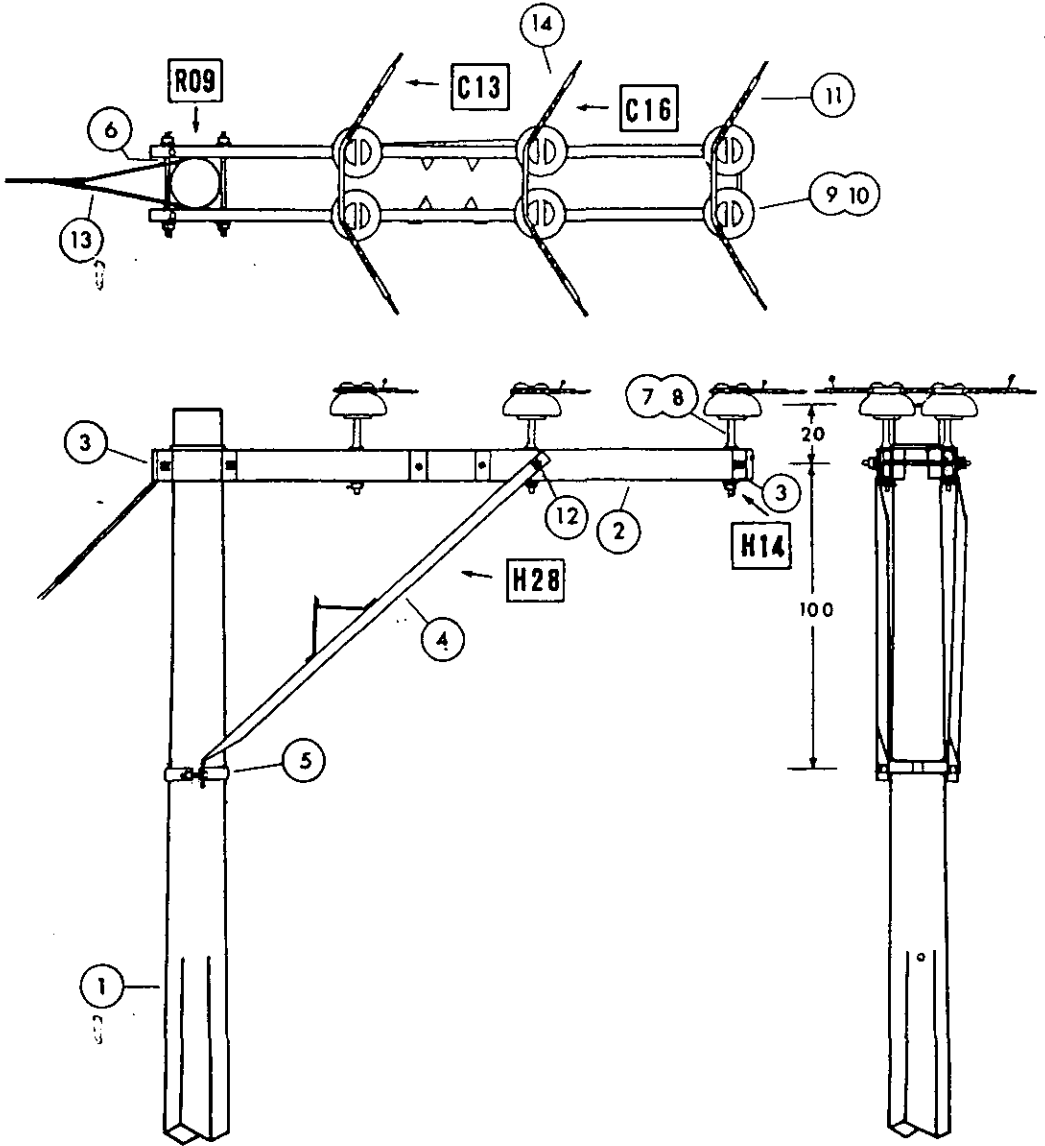
MODULO DE MATERIALES

2 de 2

REF. NO	NR DE PAG. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	5002A1	Pz	POSTE DE ACERO A-13 (1)	1	1	1
2	1058A1	"	CRUCETA PT200	2	2	2
3	1142A1	"	PLACA PR	10	10	10
4	1172A2	"	TIRANTE T2	2	2	2
5	1008A1	"	ABRAZADERA 1BS	1	1	1
6	1129A1	"	PERNO DR 16x305	4	4	4
7	1118A1	"	OJO RE	5	5	5
8	2017A1	"	AISLADOR 7SVH10	6	9	12
9	109***	"	GRAPA REMATE S/N 07 FC 04	3	3	3
10	1103A1	"	GRILLETE GA1	2	2	2
11	9026AL	"	TORNILLO MAQUINA 16x76	2	2	2
12		LOTE	RETENIDA S/N 06 00 04	1	1	1

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VD30

1 de 2



SE UTILIZA EXCLUSIVAMENTE EN AREAS URBANAS.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VD30

MODULO DE MATERIALES

2 de 2

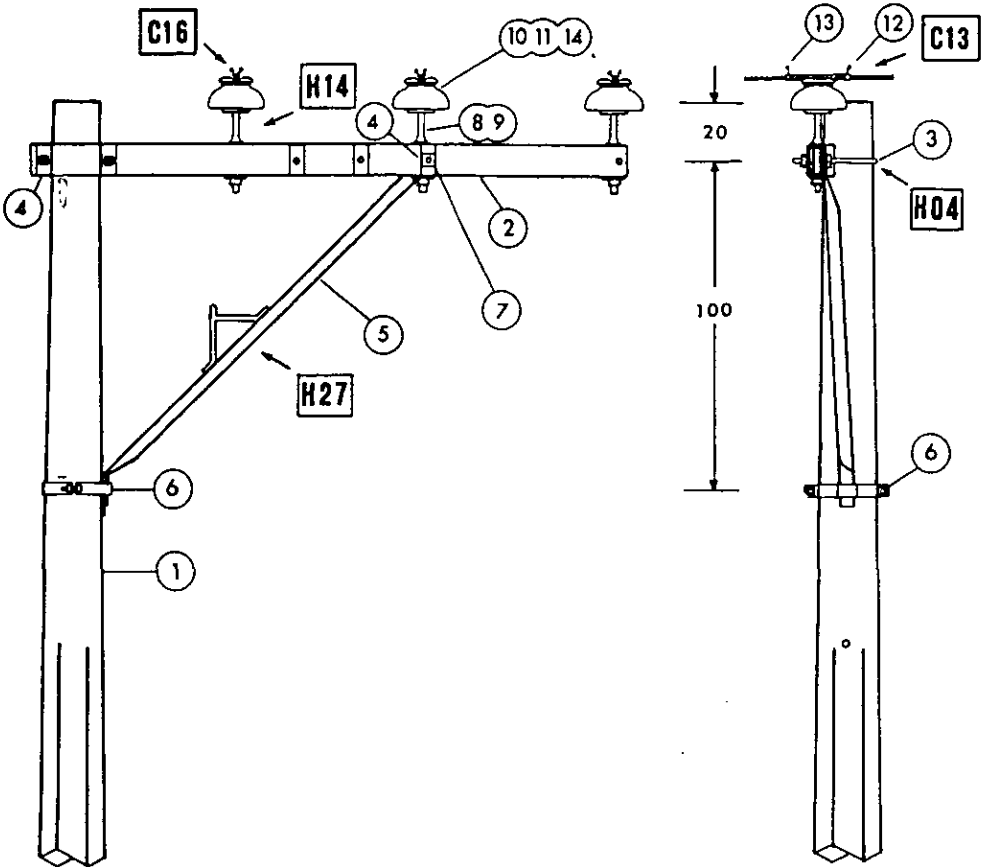
REF. NO	NO DE PAG. C.P.I.E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	5004A6	Pz	POSTE DE CONCRETO PC-12-750	1	1	-
2	1058A1	"	CRUCETA PT200	2	2	-
3	1142A1	"	PLACA PR	10	10	-
4	1172A2	"	TIRANTE T2	2	2	-
5	1008A1	"	ABRAZADERA 1BS	1	1	-
6	1129A1	"	PERNO DR 16x305	3	3	-
7	1014A1	"	ALFILER 1A	6	-	-
8	1014A2	"	ALFILER 2A	-	6	-
9	200500	"	AISLADOR 13A	6	-	-
10	200800	"	AISLADOR 22A	-	6	-
11	31**A*	"	VARILLA PROTECTORA S/N 07 FC 02	3	3	-
12	9026AL	"	TORNILLO MAQUINA 16x76	2	2	-
13		LOTE	RETENIDA S/N 06 00 04	1	1	-
14	400*A*	"	AMARRE DE ALAMBRE S/N 07 FC 05	3	3	-

NOTAS :

- 1.- ESTA ESTRUCTURA SE PUEDE SUSTITUIR POR UNA VS30 CON REFUERZO DE ALFILER.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VS30

1 de 2



SE UTILIZA EXCLUSIVAMENTE EN AREAS URBANAS.

ACOTACION EN CENTIMETROS

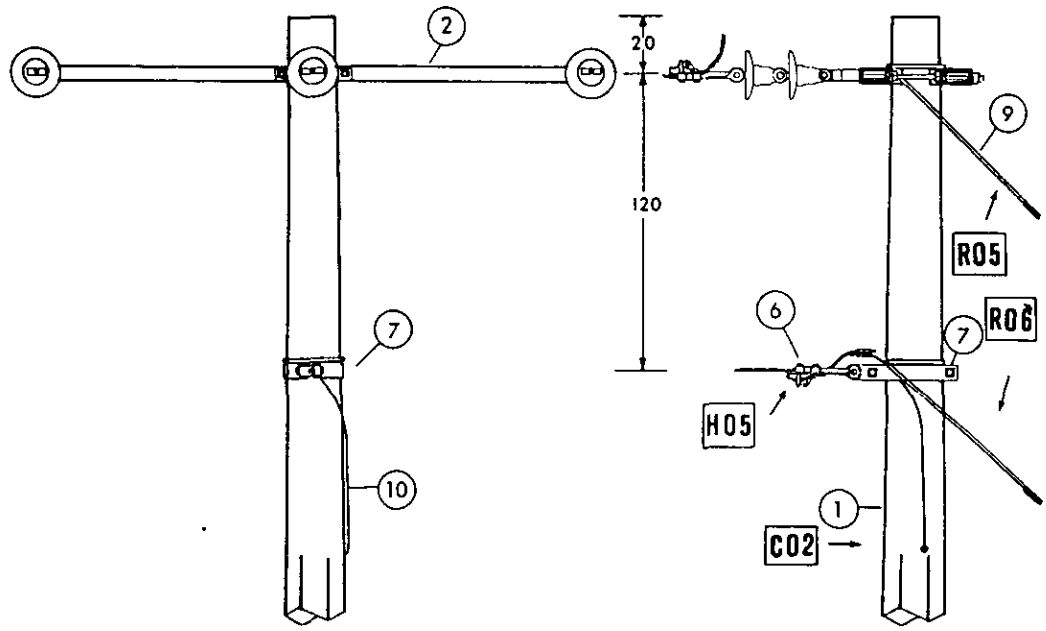
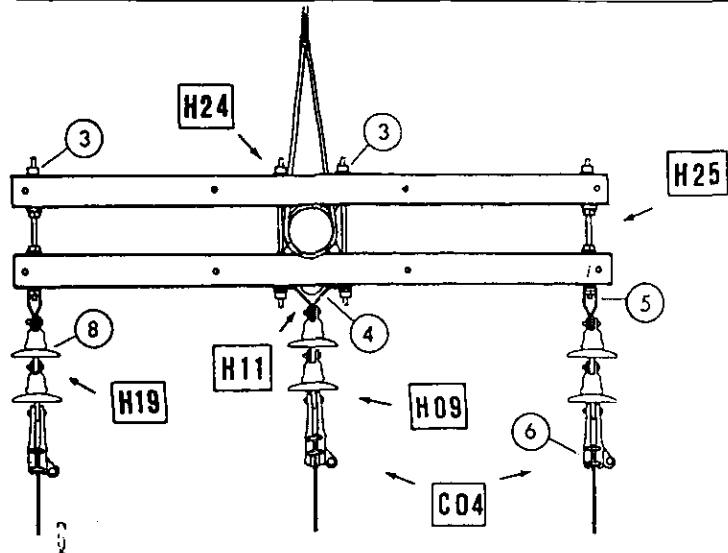
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA VS30

MODULO DE MATERIALES

2 de 2

REF. NO	NO DE PAG. C.P.I.E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	5004A6	Pz	POSTE DE CONCRETO PC-12-750	1	1	1
2	1058A1	"	CRUCETA PT200	1	1	1
3	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
4	1142A1	"	PLACA PR	3	3	3
5	1172A2	"	TIRANTE T2	1	1	1
6	1008A1	"	ABRAZADERA 1BS	1	1	1
7	9026AL	"	TORNILLO MAQUINA 16x76	1	1	1
8	1014A1	"	ALFILER 1A	3	-	-
9	1014A2	"	ALFILER 2A	-	3	3
10	200500	"	AISLADOR 13A	3	-	-
11	200800	"	AISLADOR 22A	-	3	-
12	31**A*	"	VARILLA PROTECTORA S/N 07 FC 02	3	3	3
13	400*A*	LOTE	AMARRE DE ALAMBRE S/N 07 FC 05	3	3	3
14	201000	Pz	AISLADOR 33A	-	-	-

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA RD3N



SE UTILIZA PARA REMATAR CONDUCTORES PESADOS.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA RD3N

MODULO DE MATERIALES

2 de 2

REF. N°	N° DE PAG. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	5004A*	Pz	POSTE DE CONCRETO PC-S/R (1)	1	1	1
2	1060A1	"	CRUCETA PR200	2	2	2
3	1129A4	"	PERNO DR 16x457	4	4	4
4	1116A1	"	MOLDURA RE	1	1	1
5	1118A1	"	OJO RE	2	2	2
6	109***	"	GRAPA REMATE S/N 07. FC 04 (2)	4	4	4
7	1004A2	"	ABRAZADERA 2AG	1	1	1
8	2017A1	"	AISLADOR 7SVH10	6	9	12
9		LOTE	RETENIDA S/N 06 00 04	S/R	S/R	S/R
10		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1

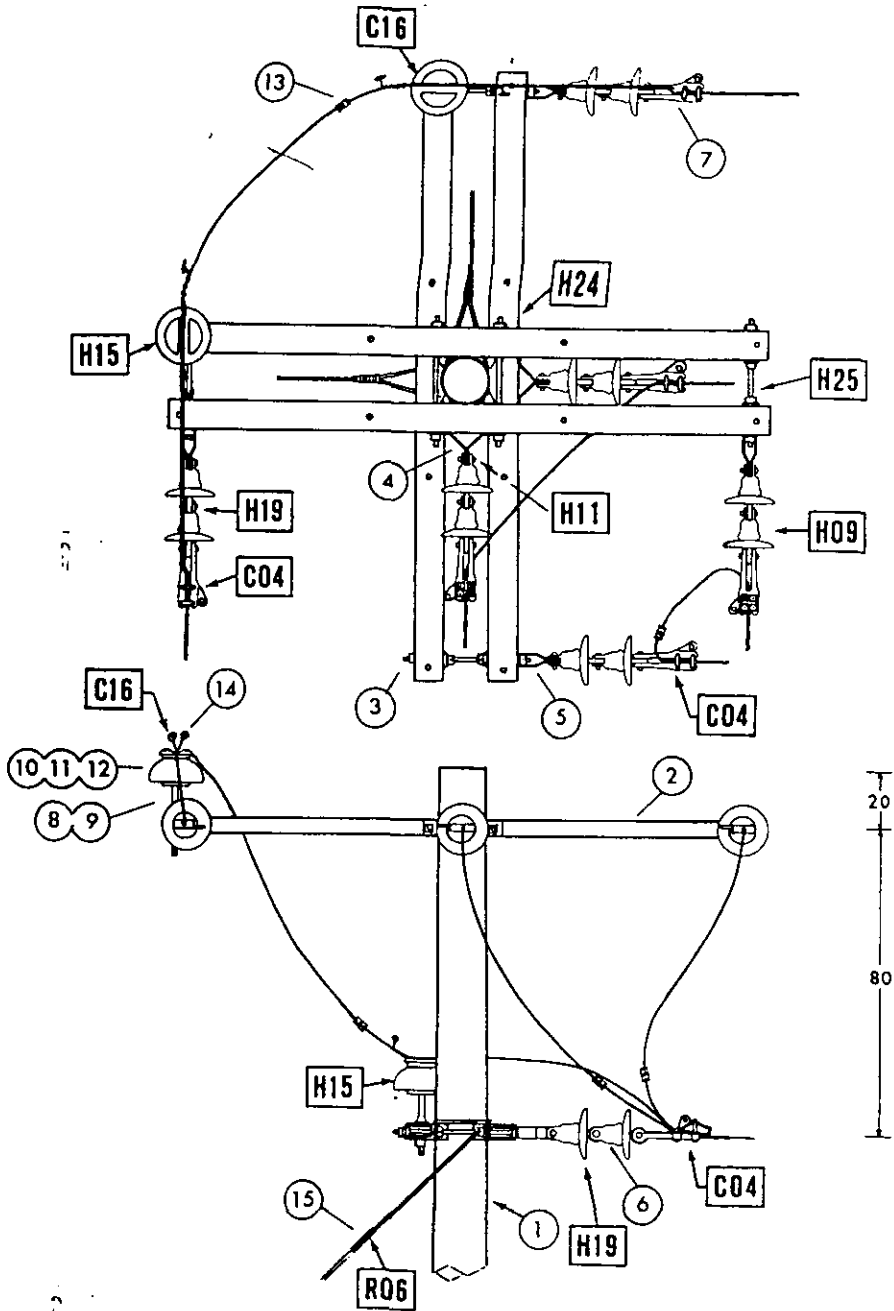
NOTAS :

(1).- SELECCIONE EL POSTE CONFORME NORMA 05 00 05.

(2).- EN AREAS URBANAS REMATE EL NEUTRO EN BASTIDOR Y CARRETE H.

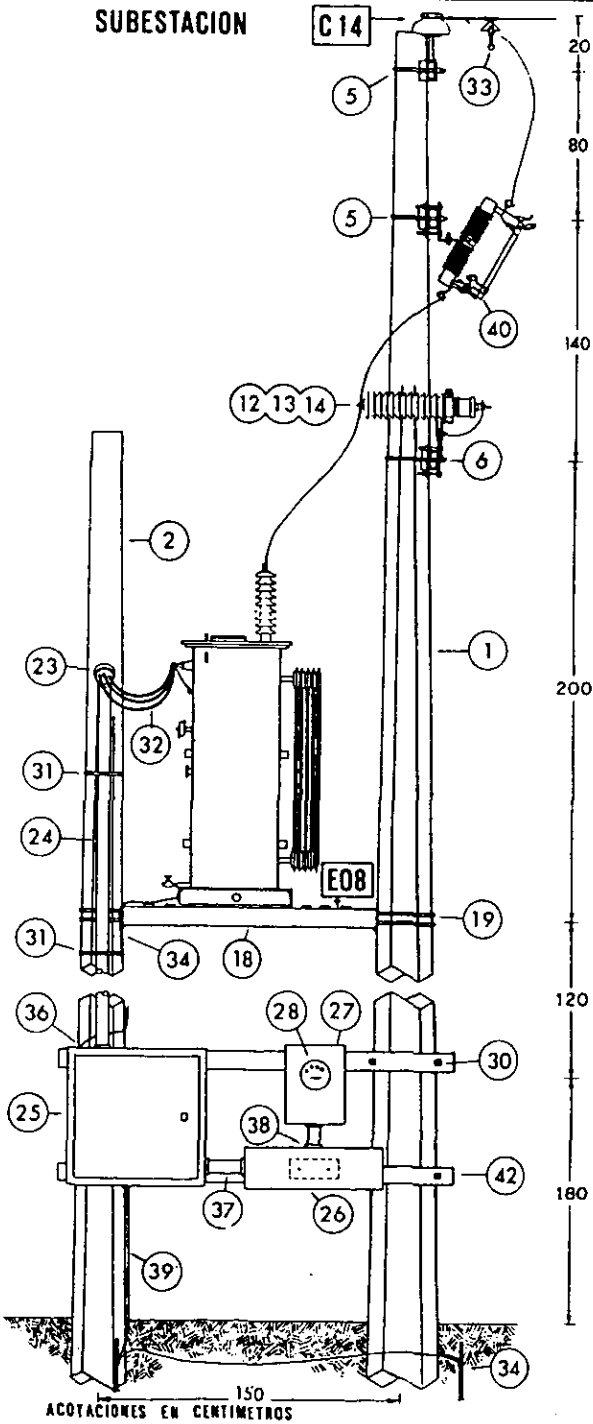
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA RD 30/RD3

1 de 2



ACOTACION EN CENTIMETROS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA SUBESTACION

MODULO DE MATERIALES			6 de 7		
ID DE PAG. C.P.I.E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
			13kV	23kV	33kV
5004A2	Pz	POSTE DE CONCRETO PC-9-450	1	1	1
5004A1	"	POSTE DE CONCRETO PC-7-600	1	1	1
1058A1	"	CRUCETA PT200	3	3	-
1062A1	"	CRUCETA PT250	-	-	-
1010A4	"	ABRAZADERA UC	2	2	2
1010A5	"	ABRAZADERA UL	1	1	1
1014A1	"	ALFILER 1A	3	-	-
1014A2	"	ALFILER 2A	-	3	3
200500	"	AISLADOR 13A	3	-	-
200800	"	AISLADOR 22A	-	3	-
201000	"	AISLADOR 33A	-	-	3
8003A2	"	APARTARRAYO ADA 12 kV (Nota 1)	3	-	-
8003A4	"	APARTARRAYO ADA 18 kV (Nota 1)	-	3	-
8003A9	"	APARTARRAYO ADA 30 kV (Nota 1)	-	-	3
3029A1	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF 15 kV-100- 95-8000	3	-	-
3029A4	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF 27 kV-100-125-6000	-	3	-
3029A7	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF 38 kV-100-150-2000	-	-	3
1146A2	"	PARRILLA 2P	1	1	1
1012A2	"	ABRAZADERA 3UH	4	4	4
70**A*	"	BANCO DE TRANSFORMACION 13.2 kV, CAP. S/R	1	-	-
70**A*	"	BANCO DE TRANSFORMACION 23 kV, CAP. S/R	-	1	-
70**A*	"	BANCO DE TRANSFORMACION 33 kV, CAP. S/R	-	-	1
	"	MUFA DIAMETRO S/R	1	1	1
	TRAMO	TUBO CONDUIT GALVANIZADO - DIAMETRO S/R	3	3	3
	Pz	GABINETE PARA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	1	1	1
	"	GABINETE PARA CONEXIONES	1	1	1
	"	BASE SOCKET 7 TERMINALES S/R	1	1	1
	"	WATTHORIMETRO S/R	1	1	1
129A5	"	PERNO DR 16x508	8	8	8
135A2	"	PLACA 2PC	16	16	16
	"	ABRAZADERA S/R O FLEJE	2	2	2
	LOTE	CABLE THW CALIBRE S/R	1	1	1
	Pz	CONECTOR ESTRIBO	3	3	3
	LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	2	2	2

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA SUBESTACION**

MODULO DE MATERIALES

REF. N°	NO DE PAR. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA
35	400*A*	LOTE	AMARRE S/N 07 FC 05
36		Pz	MONITOR Y CONTRATUERCA CALIBRE S/R
37		TRAMO	TUBO CONDUIT 25 mm
38		Pz	MONITOR Y CONTRATUERCA DE 25 mm
39		TRAMO	TUBO CONDUIT DE 19 mm
40	20**A*	Pz	ESLABON FUSIBLE S/R
41		"	ARRANCADOR MAGNETICO S/R Y PROTECCION CONTI SOBRECORRIENTE
42		TRAMO	CANAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 101x38 mm
43		Pz	MONITOR Y CONTRATUERCA DE 19 mm

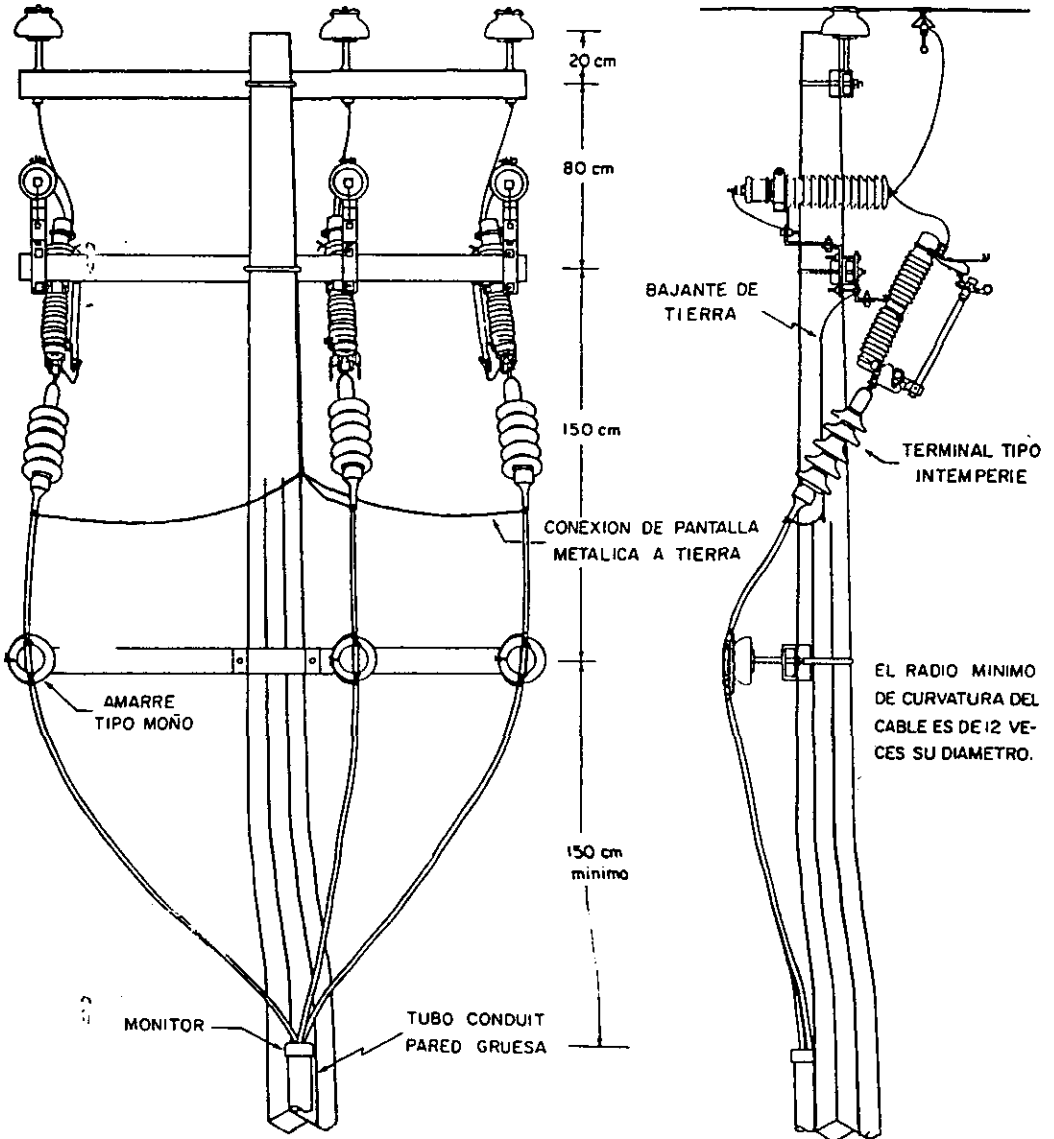
NOTAS :

- 1.- EN SISTEMAS CON NEUTRO CORRIDO O HILO DE APARTARRAYOS DEBEN SER DE 9/10, 15 Y 27 KV EN 13, 23 Y 33 KV RESPECTIVAMENTE.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA

1 de 2

1.- SE DENOMINA TRANSICION AL CAMBIO DE CONDUCTOR AEREO DESNUDO
A CONDUCTOR AISLADO PARA INTERCONECTAR CON UN SISTEMA DE
DISTRIBUCION SUBTERRANEO O PARA PROPORCIONAR ALGUN SERVICIO.



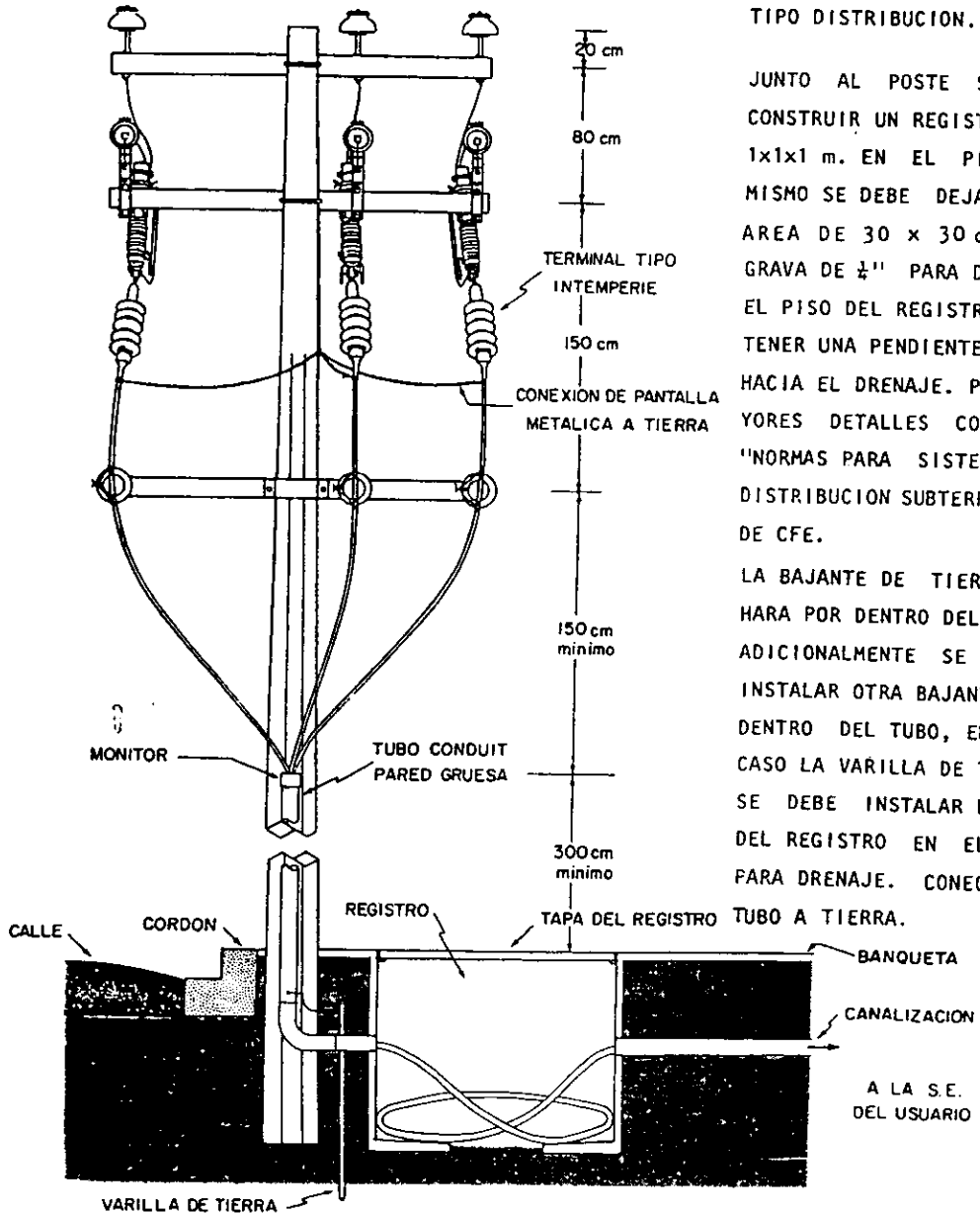
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA

2 de 2

2.- EN LA TRANSICION SE DEBE INSTALAR EQUIPO DE PROTECCION Y SECCIONALIZACION, ADEMAS DE LOS APARTARRAYOS PARA LA PROTECCION CONTRA SOBREVOLTAJE. LOS APARTARRAYOS PARA UN SISTEMA SUBTERRANEO SON DEL TIPO INTERMEDIO, O BIEN, DOS POR FASE DEL TIPO DISTRIBUCION. PARA LAS ACOMETIDAS SUBTERRANEAS SOLO SE UTILIZARA UNO POR FASE DEL TIPO DISTRIBUCION.

JUNTO AL POSTE SE DEBE CONSTRUIR UN REGISTRO DE 1x1 m. EN EL PISO DEL MISMO SE DEBE DEJAR UNA AREA DE 30 x 30 cm CON GRAVA DE $\frac{1}{4}$ " PARA DRENAJE. EL PISO DEL REGISTRO DEBE TENER UNA PENDIENTE DE 2% HACIA EL DRENAJE. PARA MA YORES DETALLES CONSULTE "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION SUBTERRANEOS" DE CFE.

LA BAJANTE DE TIERRA SE HARA POR DENTRO DEL POSTE. ADICIONALMENTE SE PUEDE INSTALAR OTRA BAJANTE POR DENTRO DEL TUBO, EN CUYO CASO LA VARILLA DE TIERRA SE DEBE INSTALAR DENTRO DEL REGISTRO EN EL AREA PARA DRENAJE. CONECTE EL TUBO A TIERRA.

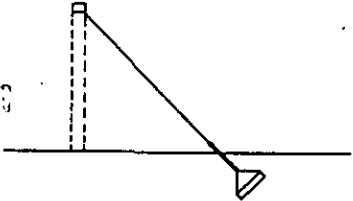
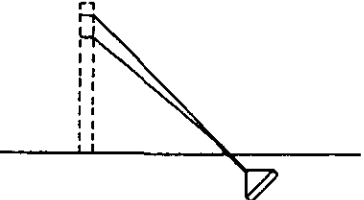
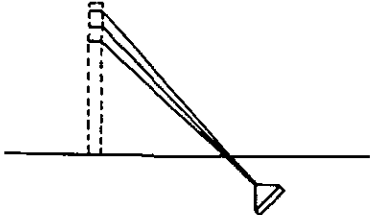


FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 ESTRUCTURA PARA LINEA AEREA

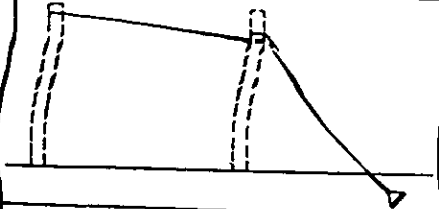
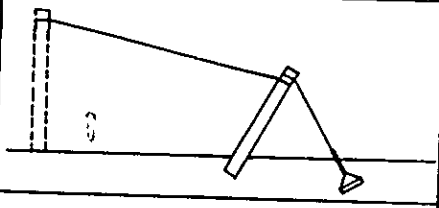
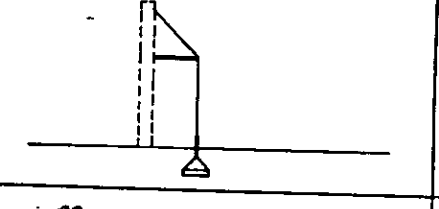
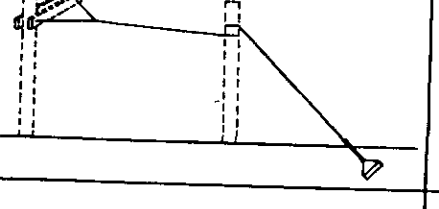
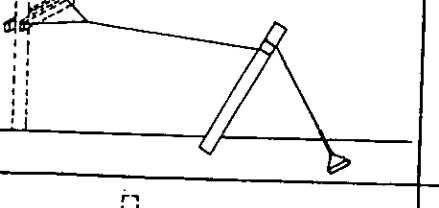
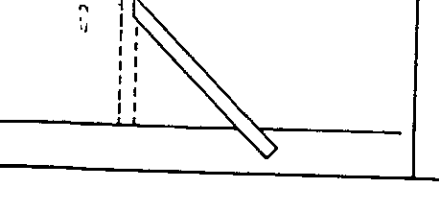
CODIFICACION DE RETENIDAS

LA CODIFICACION DE LAS RETENIDAS ESTA COMPUESTA POR TRES DIGITOS ALFABETICOS.

EL PRIMERO SERA LA LETRA "R" DE RETENIDA Y LOS DOS SIGUIENTES DIGITOS SON INDICATIVOS DEL NOMBRE DEL TIPO DE RETENIDA, ANOTANDOSE EN ESTOS LA PRIMERA LETRA DE LAS PALABRAS QUE LA DESCRIBEN, TAL COMO SE INDICA EN LOS CROQUIS SIGUIENTES.

DISPOSICION DE RETENIDAS	CLAVE	NOMBRE
	RSA	RETENIDA SENCILLA DE ANCLA
	RDA	RETENIDA DOBLE DE ANCLA
	RTA	RETENIDA TRIPLE DE ANCLA

CODIFICACION DE RETENIDAS

DISPOSICION DE RETENIDAS	CLAVE	NOMBRE
	RPA	RETENIDA A POSTE Y ANCLA
	REA	RETENIDA A ESTACA Y ANCLA
	RBA	RETENIDA DE BANQUETA
	RVP	RETENIDA VOLADA A POSTE
	RVE	RETENIDA VOLADA A ESTACA
	RCP	RETENIDA DE CONTRAPOSTE