

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“ Suministro de Energía Eléctrica al Club Regatas
Lima Nueva Filial San Antonio - Cañete ”**

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

VICTOR MANUEL CHUMPITAZ CAMPOS

PROMOCION: 1978 - 2

LIMA . PERU . 1991

INDICE

	Página
PROLOGO	1
CAPITULO I - INTRODUCCION	2
CAPITULO II - MEMORIA DESCRIPTIVA	5
2.1. Generalidades	5
2.2. Alcance del Proyecto	5
2.3. Descripción del Proyecto	6
2.3.1. Línea aérea de 20 KV	6
2.3.2. Subestación aérea biposte	7
2.4. Estudio de la demanda	7
2.5. Códigos, reglamentos y pruebas	9
CAPITULO III - ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIA LES Y EQUIPOS	10
3.1. Postes	10
3.1.1. Normas de fabricación	10
3.1.2. Características Técnicas	10
3.2. Cruceta y ménsula	11
3.3. Pastoral	11
3.4. Subestación aérea biposte	12
3.5. Conductores	13
3.5.1. Material	13
3.5.2. Aislamiento	13
3.5.3. Normas de fabricación	14
3.5.4. Características técnicas del conductor ...	14
3.6. Aisladores	15
3.6.1. Aisladores tipo PIN (Norma: ANSI C29.6) ..	15
3.6.2. Aisladores de suspensión (Norma: ANSI C29.2 183)	16

	Página
3.7. Ferretería	17
3.7.1. Accesorios de morsetería	17
3.7.2. Pernos	19
3.7.3. Varilla roscada	19
3.7.4. Perno ojal	19
3.7.5. Ojal roscado	20
3.7.6. Arandela cuadrada, plana y curvada	20
3.7.7. Perno angular	20
3.8. Retenidas y accesorios	20
3.8.1. Cable para retenida	20
3.8.2. Grapa de vías paralelas	21
3.8.3. Varilla de anclaje	21
3.8.4. Guardacabo	21
3.8.5. Canaleta protectora	22
3.8.6. Abrazadera	22
3.8.7. Bloque de anclaje	22
3.9. Elementos de protección y maniobra	22
3.9.1. Seccionador fusible	22
3.9.2. Elemento fusible de expulsión	23
3.10. Transformador de potencia	23
3.10.1 Pruebas	25
3.10.2 Accesorios	25
3.11. Sistema de puesta a tierra	26
3.11.1 Conductor de puesta a tierra	26
3.11.2 Electrodo de puesta a tierra	26
3.11.3 Grapa de varilla de tierra	26
3.11.4 Grapas de conductor de puesta a tierra ...	26
CAPITULO IV - ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE	27
4.1. Condiciones generales	27

	Página
4.1.1. Alcance del contrato	27
4.1.2. Supervisión de la obra	27
4.1.3. Programa de construcción	28
4.1.4. Informes de avance de obra	28
4.1.5. Modificación de proyecto y trabajos adicionales	29
4.1.6. Prórrogas	29
4.1.7. Recepción, pruebas y puesta en servicio	30
4.1.8. Normas	30
4.2. Especificaciones técnicas de montaje	31
4.2.1. Postes	31
4.2.2. Aislador	32
4.2.3. Retenidas	33
4.2.4. Conductor	33
4.2.5. Subestación aérea biposte	34
4.2.6. Puesta a tierra	35
4.2.7. Pruebas	35
CAPITULO V - CALCULOS JUSTIFICATIVOS	38
5.1. Cálculos eléctricos de la línea	38
5.1.1. Capacidad de corriente	38
5.1.2. Caída de tensión	39
5.1.3. Aisladores	42
5.2. Cálculos mecánicos de la línea	44
5.2.1. Características del conductor de la línea	44
5.2.2. Esfuerzos mecánicos en el conductor	45
5.3. Selección de estructuras	52
5.3.1. Configuración de las estructuras	52
5.3.2. Tipo de estructuras seleccionadas	56
5.4. Cálculos mecánicos de estructuras	57
5.4.1. Estructura de alineamiento	57
5.4.2. Estructura en ángulo	61

	Página
5.4.3. Estructura de retención o anclaje	64
5.5. Cimentación de estructuras	69
5.5.1. Cimentación para postes de alineamiento	71
5.5.2. Cimentación para estructura en anclaje	72
5.5.3. Cimentación para estructura biposte con poste 13/400/150/345	73
5.6. Cálculo mecánico de aisladores	74
5.7. Catenaria de distribución de estructuras	76
 CAPITULO VI - PRESUPUESTO BASE	 81
 6.1. Sistema de utilización primaria 20 KV - Filial San Antonio	 81
6.2. Análisis de Costos Unitarios	86
6.3. Fórmula polinómica de reajuste automático	100
6.4. Cronograma valorizado de avance de obra	102
 Conclusiones	
 Bibliografía	
 Apéndices	
 Planos	

P R O L O G O

El presente proyecto desarrolla el estudio definitivo del Sistema de Utilización Primaria a tensión de 20 KV, destinada a suministrar energía eléctrica a la nueva filial del Club Regatas Lima, la misma que se encuentra ubicada en el distrito de San Antonio, provincia de Cañete, departamento de Lima.

Este proyecto ha sido desarrollado cumpliendo con el Código Nacional de Electricidad, Norma del Ministerio de Energía y Minas, DGE 004B-P-1/84 : "Elaboración y Conformidad de Proyectos de Sistemas de Utilización a Tensiones de Distribución Primaria a cargo de terceros", Ley General de Electricidad N° 23406 y su Reglamento y Reglamento Nacional de Construcciones.

El presente proyecto está formado por los siguientes capítulos :

1. Introducción
 2. Memoria Descriptiva
 3. Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipos
 4. Especificaciones Técnicas de Montaje
 5. Cálculos Justificativos
 6. Presupuesto Base
- Planos
- Conclusiones
- Bibliografía
- Apéndices

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

El Sistema de Utilización Primaria del presente proyecto, está constituido por una línea aérea de 20 KV, la misma que llegará hasta una subestación aérea biposte de 250 KVA (proyectada) que se ubicará en la nueva filial del Club Regatas Lima.

El presente proyecto se desarrolla de acuerdo a las pautas establecidas en el Código Nacional de Electricidad y la Norma DGE 004B-1/84: "Elaboración y Conformidad de Proyectos de Sistemas de Utilización a Tensiones de Distribución Primaria a cargo de terceros", quien a su vez tiene su base legal en la Ley General de Electricidad N° 23406 y su Reglamento.

De acuerdo a la Norma DGE 004B-1/84, establece que es la Empresa Regional de Servicio Público quien determina la factibilidad de suministro y fija los puntos de alimentación y entrega de la energía eléctrica.

El presente proyecto se encuentra dentro del área de concesión de Electrolima y ésta ha fijado como punto de alimentación la Subestación Aérea Biposte N° 19, ubicado en la calle Libertad de la localidad de San Antonio y el punto de entrega próximo a dicha subestación.

En el punto de entrega, Electrolima instalará su sistema de medición de la energía proporcionada, la misma que será en 20 KV.

Por otro lado, Electrolima tiene proyectado el cambio de tensión a 20 KV de todo su sistema de distribución primaria existente en la zona (Mala, San Antonio, etc.). Por consiguiente, los proyectos eléctricos para Sistema de Utilización Primaria que se empalmen a dicho sistema de distribución, serán diseñados para operar a la tensión de 20 KV.

Teniendo definitivo los parámetros mencionados (factibilidad de suministro, tensión de operación, punto de alimentación y entrega) se ha desarrollado el presente proyecto.

No está demás mencionar que Electrolima como Empresa - Regional de Servicio Público de Electricidad, ejerce regionalmente con autonomía todas las actividades referentes al Servicio Público de Electricidad, en su área de responsabilidad (Numeral 5.4 de la Norma DGE 004B - 1/84)

Finalmente, como parte del presente proyecto se ha elaborado un presupuesto con precios unitarios referidos al mes de abril de 1991, incluyéndose análisis de costos unitarios, fórmula polinómica de reajuste automático y calendario de avance de obra valorizado.

El calendario de avance de obra valorizado se ha elaborado en concordancia con el presupuesto base, estableciéndose en el mismo el tiempo de ejecución de la obra.

CAPITULO II

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. GENERALIDADES

La nueva filial del Club Regatas Lima está ubicada a la altura del kilómetro 79 de la autopista al sur, perteneciente al distrito de San Antonio, provincia de Cañete, departamento de Lima.

El sistema de utilización primaria a tensión - de 20 KV, está constituido por una línea aérea que suministrará energía eléctrica a esta filial

La línea aérea, tiene como punto de alimentación la subestación aérea biposte N° 19, existente y en servicio, ubicada en la calle Libertad de la localidad de San Antonio. Esta línea llegará hasta una subestación aérea biposte de 250 KVA proyectada, que se ubicará en la filial.

La demanda máxima para la nueva filial del Club Regatas Lima es de 200 Kw.

Propietario : CLUB REGATAS LIMA

2.2. ALCANCE DEL PROYECTO

La nueva filial del Club Regatas Lima es una ha

bilitación urbana para uso recreacional con vivienda (tipo club), cuya definición está precisada en el capítulo VII del Reglamento Nacional de Construcciones.

El presente proyecto comprende la línea aérea de 20 KV y una subestación aérea biposte (SAB) de 250 KVA. Por otro lado, en vista que el sistema a donde se empalmará esta línea proyectada, opera todavía a la tensión de 10 KV, inicialmente trabajará a dicha tensión, por lo que el transformador proyectado tendrá en el lado primario dos niveles de tensión (10 y 20 KV).

2.3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El presente proyecto comprende lo siguiente :

2.3.1. Línea aérea de 20 KV

Trifásico de tres hilos con tensión entre líneas de 20 KV.

Longitud total : 4,633 metros

Conductor : cobre desnudo de 16 mm² de sección

Aisladores: PIN, clase 56-3

ANCLAJE, clase 52-3

Estructuras: postes de concreto armado de 13/400 y 13/200.

2.3.2. Subestación aérea biposte

Estará equipada por seccionadores tipo CUT-OUT - de 27 KV - 100 A, transformador trifásico para in temperie de 250 KVA, 20-10/0.23 KV, con poste de concreto armado de 13/400, plataforma soporte de transformador (media loza) y palomilla para instalar los seccionadores, también de concreto.

Por otro lado, en este proyecto se ha considerado que la línea aérea, no solamente servirá para atender la demanda de la nueva filial, sino también para cargas futuras que se encuentren dentro del área de influencia de la línea.

Por consiguiente las cargas eléctricas consideradas son las siguientes :

- a) Nueva filial Club Regatas Lima : 200 Kw
- b) Cargas futuras :
 - Habilidadación urbana para uso recreacional
 - Leon dormido: 20 Kw
 - Boca león : 80 Kw
 - Terrazas de San Antonio: 80 Kw
 - Granja avícola : 20 Kw

2.4. ESTUDIO DE LA DEMANDA

En el capítulo VII del Reglamento Nacional de Construcciones se establecen condiciones generales y de diseño correspondiente a las habilita -

ciones urbanas para uso recreacional con vivienda (tipo club).

Teniendo en consideración, las pautas establecidas en dicho capítulo, determinamos lo siguiente :

El área total bruta de la habilitación urbana es de 105 hectáreas, de las cuales como máximo, 10.5 hectáreas pueden ser ocupadas por construcciones - para vivienda y 2.1 hectáreas serán destinadas para construcciones del club e instalaciones, incluyendo servicios complementarios de las viviendas , (posta sanitaria, capilla, etc).

Considerando un total máximo de 105 viviendas (10 unidades de vivienda por hectárea) con una carga eléctrica de 2,000 vatios por vivienda, con factor de simultaneidad de 0.5 y 6 vatios por metro cuadrado para construcciones del club e instalaciones, con factor de simultaneidad 1, tenemos :

Demanda máxima para vivienda

$$105 \text{ viv.} \times 2,000 \frac{\text{W}}{\text{viv}} \times 0.5 = 105 \text{ Kw}$$

Demanda máxima para club e instalaciones

$$21,000 \text{ m}^2 \times 6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 1 = 126 \text{ Kw}$$

Demanda máxima total : 231 Kw.

Sin embargo, de acuerdo a coordinaciones con el

propietario, construirán a mediano plazo, solamente de 80 a 100 viviendas y para construcciones del club, el 50% del área disponible.

Ante ello, concluimos, que la demanda máxima de la habilitación será de 200 Kw.

2.5. CODIGOS, REGLAMENTOS Y PRUEBAS

En el capítulo correspondiente a Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipos, se hace referencia a catálogos de fabricante. Sin embargo ésto es sólo referencial, más bien tiene el propósito - de definir mejor la descripción, tamaño, forma, resistencia y acabado de los materiales y equipos. Por lo tanto, materiales y equipos similares ofrecidos por otros fabricantes, también son aceptables. Asimismo el diseño, fabricación y pruebas de los - materiales y equipos deberán cumplir, según sea el caso, con lo establecido por normas vigentes emanadas por organismos autorizados, tales como :

- Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC)
- Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)
- Organización Internacional para Normalización (ISO)
- Instituto Americano de Normas Nacionales (ANSI)
- Asociación de Electrotécnicos Alemanes (VDE).

CAPITULO III

3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS

3.1. POSTES

Los postes serán troncocónicos de concreto armado y centrifugado.

3.1.1. Normas de fabricación

Deberán cumplir en todo lo que se refiere al proceso de elaboración, requisitos de acabado, coeficientes de seguridad, tolerancias, extracción de muestras, métodos de ensayo, etc. con la norma ITINTEC 339.027 de abril de 1981. En lo referente a diseño de fabricación se regirá por la norma DGE 015-T.

3.1.2. Características técnicas

- Longitud (m)	13	13
- Diámetro en el vértice (mm) ...	120	150
- Diámetro en la base (mm)	315	345
- Carga de rotura en la punta (Kgr) ...	200	400
- Peso (Kgr)	1,130	1,300
- Coeficiente de seguridad	2	2
- Conicidad	entre 15 y 20 mm/m	
- Garantía contra cualquier defecto de fabricación (años)	10	10

3.2. CRUCETA Y MENSULA

Serán de concreto armado y vibrado para instalarse en los postes. La superficie externa terminada deberá ser homogénea y sin fisuras, ni rebabas; tam poco deberá presentar escoraciones, ni cangrejeras. El recubrimiento de la armadura deberá ser de 40 mm como mínimo, de forma tal, que no exista posibilidad de ingreso de humedad hasta los fierros.

Las crucetas y ménsulas serán de las siguientes características :

	DESIGNACION	LONGITUD NOMINAL(m)	CARGA DE TRABAJO(Kgr)		
			R _x (T)	R _y (F)	R _z (V)
CRUCETA	Z/2.00/500	2.00	500	200	150
MENSULA	M/1.00/250	1.00	250	150	150

3.3. PASTORAL

Serán de concreto armado y vibrado, del tipo sucre "C" simple para embonarse en los postes de la línea aérea (zona urbana). El diámetro mínimo de em bone será de 230 mm.

La superficie externa terminada deberá ser homogénea y sin fisuras, ni rebabas, tampoco presentar escoraciones, ni cangrejeras. El recubri miento de la armadura deberá ser de 15 mm como mínimo, de forma tal, que no exista la posibilidad de ingreso de la humedad a los fierros.

Los pastorales traerán en su interior un ducto en toda su longitud que permite el paso del conductor de conexión del equipo de alumbrado público. Igualmente estará provisto de un orificio que permita el paso del conductor al pastoral.

El extremo superior terminará en un tubo de fierro de 1/2" de diámetro, que sobresalga del pastoral - 15 cms, al cual se acopla la luminaria.

Los pastorales estarán diseñados para soportar un esfuerzo de trabajo en el extremo superior de 15 Kgr, con un coeficiente de seguridad de 2, sobre el esfuerzo de rotura.

Las tolerancias aceptadas son las establecidas en la Norma ITINTEC 339.027.

3.4. SUBESTACION AEREA BIPOSTE

La estructura soporte de los equipos de la subestación aérea de 250 KVA, será tipo biposte, similar al plano de Electrolima N° SID-054C.

Esta estructura está constituida por :

- Dos(2) postes de concreto armado centrifugado de 13/400/180/375
- Una(1) palomilla de concreto armado vibrado para soporte de los seccionadores fusibles. Longitud: 2,200 mm.

- Dos(2) plataformas de concreto armado vibrado para sostén de transformador trifásico. Cada plataforma mide : 1,100 mm.
- Dos(2) crucetas simétricas de concreto armado y vibrado Z/2.00/500.

Las palomillas y plataformas serán de las mismas características técnicas de la cruceta de concreto.

3.5. CONDUCTORES

Los conductores a ser suministrados e instalados en el proyecto, deberán cumplir con las siguientes especificaciones técnicas :

3.5.1. Material

Se usará cobre electrolítico 99.99% de pureza, conductibilidad de 96.7% IACS sólido o cableado concéntrico. Temple blando para amarre y bajada de puesta a tierra. Temple duro para conductores - de la línea aérea.

3.5.2. Aislamiento

Para el conexionado del transformador al tablero de baja tensión, se utilizará conductor con aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC) y chaqueta de protección exterior, también de PVC (tipo NYY triplex) para 1 KV.

3.5.3. Normas de fabricación

Para el proceso de fabricación, requisitos de acabados, coeficientes de seguridad, tolerancias, extracción de muestras, métodos de ensayo, etc. se aplicará la norma ITINTEC P370.220 y P370.223.

Para su uso se aplicará la norma DGE 019-CA-2/1983 y el Código Nacional de Electricidad.

Como normas complementarias para casos no cubiertos por las normas anteriores, se usará :

- Para pureza de cobre : ASTM B5-43
- Temple : ASTM B2-52
- Cableado : ASTM B8-53(B)
- Conductibilidad : ASTM B193-49 IACS
ASTM B263-53T
- Conductores sólidos : ASTM B1 y B3
- Calibre : ASA C7.29
- Carga de rotura : ASTM E8.54T
- Aislamiento : CEI 20-14
ANSI C8-35

3.5.4. Características técnicas del conductor

- Material conductor : cobre
- Sección nominal : 16 mm²
- Número de hilos : 7
- Diámetro nominal de hilos: 1.70 mm
- Diámetro nominal exterior: 5.10 mm

- Resistencia máxima 20°C en c.c.
(Ω/Km) : 1.17
- Carga de rotura mínima : 621 Kgr
- Peso : 143 Kgr/Km
- Aislamiento : desnudo
- Capacidad : 137 amperios

El conductor de amarre será de cobre desnudo, sección 6 mm^2 , sólido.

3.6. AISLADORES

Se utilizarán aisladores tipo PIN y de suspensión, serán de porcelana o de vidrio endurecido. Los aisladores no serán afectados por las condiciones atmosféricas, clima, proximidad a la costa, polución, ozono, ácidos, alcalisis, polvos o cambios bruscos de temperatura, entre 0°C y 50°C bajo condiciones de trabajo.

3.6.1. Aisladores tipo PIN (Norma: ANSI C29.6)

a) Características técnicas

- Clase ANSI : 56-3
- Dimensiones: distancia de fuga, mm : 533
distancia de arco en seco, mm: 241
altura mínima del espigo: 203
- Valores mecánicos:
resistencia a la flexión, KN : 13.2

- Valores eléctricos

Voltaje típico de aplicación, KV	:	34.5
Flameo de baja frecuencia en seco, KV:		125
Flameo de baja frecuencia en húmedo, KV:		80
Flameo de impulso positivo, KV	:	200
Flameo de impulso negativo, KV	:	265
Voltaje de perforación a baja frecuencia, KV:		165

- Datos de empaque y embalaje

Peso neto aproximado, por unidad, Kgr:		6.77
Peso bruto aproximado, por unidad, Kgr:		7.96
Número de piezas por caja	:	5

REFERENCIA : Electroporcelana GAMMA S.A. (Brasil)
 CAT. N° 8365/66
 NGK, N° CAT HAA - 15295B

3.6.2. Aisladores de suspensión (Norma: ANSI C29.2-183
 ó IEC Pub. 383 - 1976)

a) Características técnicas

- Tipo de acoplamiento de bola ANSI tipo B,
 y rótula clase 52-3 ó
 IEC 16 mm A

Dimensiones :

distancia de fuga, pulg : 17

- Valores mecánicos

Resistencia electromecánica
 combinada, lb : 18,000

Resistencia al impacto, pulg
 -lb: 100

Prueba de carga-tiempo, lb : 12,000

Prueba de carga a tensión, lb: 9,000

- Valores eléctricos

Flameo de baja frecuencia en seco, KV:	100
Flameo de baja frecuencia en húmedo, KV:	60
Flameo de impulso positivo, KV	: 150
Flameo de impulso negativo, KV	: 160
Voltaje de perforación a baja frecuencia	
	KV : 130

REFERENCIA: NGK, N° CAT CA-825ME ó CA-825 ME

3.7. FERRETERIA

3.7.1. Accesorios de morsetería

Los aisladores se fijarán mediante accesorios de acero y hierro maleable. Todos los elementos, incluyendo tuercas y arandelas serán galvanizadas en caliente.

ACCESORIOS PARA AISLADOR TIPO PIN

a) Espiga para cruceta de concreto

Serán de acero forjado galvanizado en caliente, con cabeza de plomo al antimonio

El cuerpo será cónico adecuado para cruceta de concreto.

Dimensiones básicas :

- Altura mínima del asta : 7" (177.80 mm)
- Cabeza ANSI : 1 3/8" (35 mm) Ø x 2" (50 mm) altura
Diámetro espiga : 3/4" (19.05 mm) Ø
- Longitud total : 12 1/2" (317.5 mm)

Tendrán arandela plana, tuerca y contratuerca he

xagonal.

REFERENCIA : CHANCE - Catálogo N° 4324

b) Espiga para punta de poste

Dimensiones básicas

- Longitud total: 16 15/16" (430 mm)
- Longitud entre eje de perforaciones: 3 15/16" (100 mm)
- Diámetro de perforación: 3/4" Ø
- Cabeza ANSI : 1 3/8" Ø x 2" altura

REFERENCIA : NGK CAT. N° 1M-30454D

ACCESORIOS DE FIJACION PARA AISLADORES DE SUSPEN - SION

Los accesorios de suspensión serán provistos de todos los elementos necesarios para el armado tipo vástago y caperuza. Serán de hierro maleable galvanizado y pasador de acero inoxidable o bronce.

Mínima carga de rotura : 5,350 Kgr

CATALOGO DE REFERENCIA

- Horquilla bola: NGK insulators 4H-492C
Ohio Brass : OB - 70488
- Rótula ojal largo: NGK 4H-20496B
Ohio Brass : BT-3092
- Grapa de anclaje tipo pistola :
Bethea PD 500-N
NKG 2H-814-AU

3.7.2. Pernos

Serán de acero galvanizado en caliente, de 5/8"Ø x 8" y 5/8" x 14", con punta cónica, cabeza y tuerca hexagonal.

El tiro de rotura mínimo será de 5,600 Kgr.

REFERENCIA : JOSLYN MFG and SUPPLY Co.

N° J-8808, J-8812, y J-8306

3.7.3. Varilla roscada

Serán de acero galvanizado en caliente de diámetro de 5/8" Ø x 8" y 14" de longitud, roscado en toda su longitud, sin cabeza, de punta cónica, provisto de cuatro tuercas cuadradas, igualmente galvanizadas en caliente.

El tiro de rotura mínimo es de 5,600 Kgr.

REFERENCIA : JOSLYN MFG and SUPPLY Co.

N° J-8860, J-8862, J-8864 y J-8866.

3.7.4. Perno ojal

Será de acero galvanizado para perno de diámetro de 5/8" Ø x 8" de longitud y 4" de longitud roscada, con tuerca cuadrada, con un extremo en punta cónica y el otro en curva cerrada soldada.

El tiro de rotura mínimo será 5,600 Kgr.

REFERENCIA : JOSLYN MFG and SUPPLY Co. N° J-9408

CHANCE N° 22958

3.7.5. Ojal roscado

Será de acero galvanizado para perno de diámetro 5/8" Ø.

El tiro de rotura mínimo será 5,600 Kgr.

REFERENCIA : JOSLYN MFG and SUPPLY Co. N° J-1092
CHANCE N° 6501.

3.7.6. Arandela cuadrada, plana y curvada

Serán de acero galvanizado para perno de diámetro 5/8" Ø y dimensiones 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" y diámetro central 11/16" Ø.

Carga de rotura mínima : 5,350 Kgr.

REFERENCIA : CHANCE N° 6810 1/2 (curvada)
6813 (plana)

3.7.7. Perno angular

Serán de acero galvanizado, perno de diámetro 5/8" Ø x 10" de longitud y 4" de longitud roscado, un extremo es punta cónica y el otro es un ojo acanalado en posición angular para anclaje de cable retenida.

El tiro de rotura mínimo será de : 5,600 Kgr.

REFERENCIA : CHANCE N° 5510.

3.8. RETENIDAS Y ACCESORIOS

3.8.1. Cable para retenida

- Material y norma de fabricación:

Acero galvanizado ASTM A-363-65, A-475-62T

- Calibre: 7 hilos - 3.05 mm diámetro
- Esfuerzo de rotura : 3,150 Kgr
- Cableado : mano izquierda
- Diámetro nominal : 9.525 mm (3/8")
- Diámetro real : 9.040 mm

3.8.2. Grapa de vías paralelas

Grapa de acero galvanizado de vías paralelas, 3 pernos, 6" (152 mm) de longitud.

REFERENCIA : CHANCE catálogo N° 6461

3.8.3. Varilla de anclaje

Material : acero galvanizado

Esfuerzo de rotura : 3,800 Kgr

Dimensiones : 2,400 mm de longitud y 3/4" (19 mm)

REFERENCIA : CHANCE catálogo N° 6428.

Esta varilla deberá ser roscada en un extremo y en el otro un ojo acanalado para un cable.

3.8.4. Guardacabo

Será de acero galvanizado de 1/2" (13 mm) de diámetro, permitirá el ingreso y salida del cable de acero galvanizado de 3/8" Ø (9.5 mm).

REFERENCIA : SLATER N° 1593

CHANCE N° 6593

3.8.5. Canaleta protectora

Material : acero

Acabado : galvanizado en caliente

Dimensión : 2,400 mm de longitud

REFERENCIA : CHANCE N° 829

3.8.6. Abrazadera

Será de acero galvanizado de 1/4" x 2" x 145 mmØ con agujero de 1" Ø para guardacabo y cable.

Se usará cuando no exista la posibilidad de usar perno angular.

3.8.7. Bloque de anclaje

Será de concreto de 210 Kgr/cm² como esfuerzo y tendrá las siguientes dimensiones :

Largo y ancho : 500 mm

Espesor : 120 mm

Llevará una platina de fierro galvanizado de 300 x 300 mm y 1/4" de espesor, con hueco central de 13/16" Ø.

3.9. ELEMENTOS DE PROTECCION Y MANIOBRA

3.9.1. Seccionador fusible

Serán unipolares, tipo CUT-OUT para intemperie , con apertura automática al fundirse el fusible y normal mediante pértiga.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

Tensión nominal : 27 KV

Nivel básico de aislamiento (BIL) : 150 KV

Tensión de descarga a baja frecuencia :

a) en seco : 70 KV

b) bajo lluvia: 60 KV

Intensidad nominal : 100 A

Capacidad de interrupción : 7.1 KA (simétrica) y
10 KA (asimétrica) r.m.s

Línea de fuga : 279 mm

Portarán elementos fusibles rápidos NEMA, tipo K.

REFERENCIA : CHANCE catálogo C710-211PB

LORENZETTI tipo LON

Catálogo LON 25.1.12506

3.9.2. Elemento fusible de expulsión

Es del tipo K, de 500 mm de longitud. De acuerdo a la potencia del transformador (250 KV) y la tensión máxima de la línea (22 KV), determinamos que el fusible será de 8 K y le corresponde el catálogo N° FL3K8.

REFERENCIA : HITACHI-LINE N° 5111 - marzo '80.

3.10. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Será para montaje en subestación aérea biposte :

Tensión primaria : 20-10 KV

Tensión secundaria : 0.23 KV

- Frecuencia : 60 ciclos por segundo
- Potencia nominal : 250 KVA
- 5 tomas de ajuste con el transformador desenergizado : 100% + 2.5% + 5%
- Nivel de ruido : no mayor de 55 decibeles
- Refrigeración : por aire
- Arrollamientos aislados en aceite. Serán capaces de soportar por cinco segundos, sin sufrir danos , un cortacircuito externo entre fases.
- Norma aplicable : ITINTEC 370.002 y/o CEI publicación 76.

Capacidad térmica :

N VECES	$I_{nominal}$	TIEMPO MAXIMO PERMISIBLE EN SEGUNDOS
3		300
13.7		10
25		4

- Variación de temperatura de 5°C a 105°C
- El fabricante tendrá en cuenta que el factor de carga es entre 0.4 - 0.5
- Altura de trabajo : 1000 m.s.n.m.
- Pasatapas (bushings) de alta tensión

Tensión nominal : 24 KV

Nivel de aislamiento

A onda de choque : 170 KV pico
 A frecuencia industrial: 75 KV r.m.s.
 Grupo de conexión : D y 5

3.10.1. Pruebas :

Las características del transformador se obtendrán en base a las siguientes pruebas de laboratorio:

- Prueba de aislamiento
- Prueba de rigidez dieléctrica del aceite
- Medida de resistencia de bobinas
- Medición de relación de transformación
- Prueba de vacío
- Prueba de tensión inducida
- Prueba de polaridad
- Prueba de cortocircuito
- Prueba de tensión aplicada

3.10.2. Accesorios :

- Tapón de llenado
- Válvula de vaciado y toma de muestras
- Pozo termométrico
- Conmutador de tomas, accionable a mano con el transformador sin tensión
- Placa de características
- Bornes puesta a tierra
- Orejas de izaje
- Dispositivo de anclaje a la loza de soporte del transformador que permite una fijación firme en posición vertical.

3.11. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Todos los postes tendrán su puesta a tierra y se considerará una máxima de 25 Ω .

3.11.1. Conductor de puesta a tierra

Será conductor de cobre desnudo de 7 hilos, temple blando y de 25 mm².

3.11.2. Electrodo de puesta a tierra

Será COPPER WELD o de núcleo de acero SAE 1045 revestido con una gruesa capa de cobre electrolítico, de las siguientes dimensiones :

- diámetro 5/8" (16 mm)
- longitud 2,400 mm

REFERENCIA : BURNDY GCWR 16130, JOSLYN - J8338,
SELECTRA 352/13, CHANCE - 8438.

3.11.3. Grapa de varilla de tierra

Será de bronce de alta conductividad eléctrica y alta resistencia a la corrosión.

REFERENCIA : BURNDY - GAR 114C, JOSLYN - J8492AB,
SELECTRA 353/11.

3.11.4. Grapas de conductor de puesta a tierra

Las grapas para conectar los elementos derivados, serán de cobre de dos vías, de un perno para conductor de cobre desnudo de 16/25 mm².

CAPITULO IV

4. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE

4.1. CONDICIONES GENERALES

Las presentes condiciones generales tienen por objeto establecer pautas y lineamientos relativos a la ejecución de las obras del proyecto.

4.1.1. Alcance del contrato

El contratista en fiel cumplimiento con los documentos contractuales, deberá efectuar la totalidad de los trabajos contratados, tomando las previsiones del caso, de tal manera que permita la correcta ejecución de las obras y su culminación dentro del plazo establecido.

El contratista está obligado a proveerse con la debida anticipación de los materiales, insumos y equipos necesarios para la ejecución de la obra.

4.1.2. Supervisión de obra

La obra se ejecutará bajo la supervisión de Electrolima, para tal efecto deberá ceñirse a las disposiciones establecidas en la Ley General de Electricidad N° 23406 y su Reglamento ,

como en la norma DGE N° 006B-P-1/84 "Ejecución y Control de Obras en Sistemas de Utilización a Tensiones de Distribución Primaria a cargo de terceros".

Por su parte, el propietario, podrá designar a una firma consultora de ingeniería, quien a través de un inspector se encargará de velar directamente y permanentemente por la correcta ejecución de la obra y cumplimiento del contrato.

4.1.3. Programa de construcción

El contratista deberá presentar al propietario un cronograma valorizado de avance de obra, conforme a un método de programación, tipo GANTT u otro similar.

Este cronograma deberá formar parte de los documentos contractuales.

4.1.4. Informes de avance de obra

Durante la ejecución de las obras, el contratista está obligado a cumplir con los plazos parciales estipulados en el calendario de avance de obra vigente.

Las valorizaciones de avance de obra serán quincenales y elaboradas de acuerdo a metrados ejecutados, con precios unitarios del presupuesto contrac

tual

Los metrados de avance de obra serán formulados - por el contratista el último día de cada quincena y entregados al inspector para su aprobación.

4.1.5. Modificación de proyecto y trabajos adicionales

En la ejecución de la obra no se introducirá modificaciones al proyecto sin la aprobación del propietario y Electrolima.

Si las modificaciones implican trabajos adicionales, el propietario deberá reconocer estos gastos mayores al contratista.

El contratista evaluará estos gastos de acuerdo a los precios unitarios del presupuesto contractual actualizado con la correspondiente fórmula polinómica de reajuste automático. De no existir partida en el presupuesto, se hará a precios unitarios pactados y vigentes a la fecha de la modificación.

4.1.6. Prórrogas

El contratista tendrá derecho a que se le conceda prórroga en el plazo de ejecución de la obra, cuando la causal modifica el calendario de avance de obra, de tal manera que representa demora en la culminación de la misma. Se entiende que la causal

que origina la prórroga será por razones no imputables al contratista.

El contratista podrá solicitar la prórroga en forma escrita dentro de los siete (7) días de ocurrida la causal invocada para dicha prórroga. La solicitud será dirigida al inspector, debidamente documentada.

Una vez otorgada la prórroga, el contratista presentará el calendario de avance de obra actualizado, en armonía con la prórroga concedida, el mismo que debidamente aprobado reemplazará en todos sus efectos al anterior.

4.1.7. Recepción, pruebas y puesta en servicio

A la finalización de las obras, el contratista solicitará a Electrolima las pruebas eléctricas correspondientes. Una vez efectuadas las pruebas deberá entregar al propietario toda la documentación e información necesaria para que éste solicite a Electrolima la conformidad de obra y la correspondiente puesta en servicio.

4.1.8. Normas

El contratista deberá ejecutar las obras de acuerdo al proyecto y cumpliendo lo dispuesto por la Ley General de Electricidad N° 23406 y su Regla -

mento, el Reglamento Nacional de Construcciones , Código Nacional de Electricidad y disposiciones legales técnicas y vigentes, inclusive la norma DGE-006B-P-1/84 : "Ejecución y Control de Obras en Sistemas de Utilización a Tensiones de Distribución - Primaria a cargo de terceros".

4.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE

4.2.1. Postes

Los postes se instalarán siguiendo en lo posible los planos correspondientes, tanto en lo que se refiere a la planimetría, como a cortes o perfiles, en los casos que hubiesen.

Deberá cuidarse que durante las maniobras de transporte y de instalación no se produzcan deterioros de consideración en los postes, por lo que se evitarán arrastrarlos, ni emplear en su manipulación herramientas punzocortantes que los afecten.

Será responsabilidad del contratista cuidar el alineamiento correcto de la postería y su verticalidad. El error de verticalidad del eje del poste no deberá ser mayor de cinco milímetros por metro. En los postes de anclaje y de ángulo se colocará el poste con una inclinación en sentido contrario a la resultante de las fuerzas. Dicha inclinación será igual al diámetro del poste en la cabeza.

Los postes se cimentarán con concreto en el terreno, en huecos que se abrirán con un diámetro de 0.80 m y a una profundidad de empotramiento de 1.90 metros.

4.2.2. Aislador

Aislador tipo PIN

Los aisladores tipo PIN se instalarán, de preferencia, después del izado y montaje del poste.

Se verificará el ajuste correcto de los elementos y la posición de la ranura del aislador en el sentido de la línea.

En el manipuleo se tendrá especial cuidado y se verificará antes de su instalación el buen estado de los diferentes elementos.

Aislador de suspensión

El armado de las cadenas de suspensión se efectuará con mucho cuidado, prestando debida atención a los seguros que estén bien instalados.

Antes de proceder al armado de la cadena se verificará que sus elementos no presenten defectos y que estén limpios.

La instalación se realizará en el poste ya izado, teniendo cuidado que durante el montaje de los aisladores no se produzcan golpes que lo puedan dañar.

4.2.3. Retenidas

Después de instalado el poste y fraguada la base de cimentación, se procederá al montaje de las retenidas de anclaje, por lo que se hará en el terreno las excavaciones necesarias, donde se colocará el bloque de anclaje y la respectiva varilla, según plano de detalle.

Posteriormente se cerrará la excavación, compactándose en capas no mayores de 0.20 m. La compactación se realizará varias veces, en uno o dos días, luego se procederá a instalar el cable y los correspondientes accesorios.

El ajuste definitivo de las grapas se hará después de verificarse el templado del cable. La instalación de las retenidas es previo al tendido de conductores.

4.2.4. Conductor

El manipuleo del conductor, durante el transporte, almacenaje y tendido, se hará de manera que no sufran daños y rozaduras.

Si por alguna razón se produjeran daños o rotura de algunos de los hilos del conductor, se procederá a su reparación. Si el daño es mayor se cortará el conductor y se empalmará.

Para el tendido se deberá emplear dispositivos de frenado, de tal manera que asegure que el conductor se mantenga con la tensión adecuada y que no permita tocar el suelo o sea arrastrado.

La operación de tendido será realizada por personal debidamente capacitado, utilizando poleas en los postes.

El conductor será instalado de acuerdo a la curva de templado respectivo, no permitiéndose empalmes mediante entorchado.

En ningún caso se aceptará más de un manguito de empalme por conductor y por vano. No se instalará ningún empalme a menos de 3 ml de un poste, ni en los vanos donde la línea cruza la autopista al sur u otra zona de cuidado.

El conductor deberá permanecer colgado en las poleas, por lo menos 48 horas, antes de proceder con el templado y fijado a los aisladores.

En los aisladores tipo PIN se fijará el conductor, de acuerdo a los amarres típicos indicado en el plano de detalle. En las cadenas se fijarán las respectivas grapas de anclaje.

4.2.5. Subestación aérea biposte

El montaje se hará respetando los detalles establecidos en el plano proyecto correspondiente.

El montaje de los equipos de protección (seccionadores fusibles, tipo CUT-OUT) se hará con cuidado, verificando antes de la instalación su correcto funcionamiento.

El lado de alta tensión de los transformadores se ubicará hacia la calle.

Después del montaje de la subestación se verificará las distancias entre los diversos elementos, a fin de comprobar que éstas estén de acuerdo con las establecidas en el Código Nacional de Electricidad.

4.2.6. Puesta a tierra

La puesta a tierra se instalarán de acuerdo al plano de detalle.

La puesta a tierra de la subestación se hará conectando las partes metálicas de los elementos (seccionadores, transformadores, tablero, etc), a la respectiva varilla de tierra.

4.2.7. Pruebas

Al concluir los trabajos de montaje de las obras se deberá realizar las pruebas que se detallan a continuación :

DETERMINACION DE LA SECUENCIA DE FASES

Se debe demostrar que la posición relativa de los conductores de cada fase corresponde a lo prescrito.

PRUEBA DE CONTINUIDAD

Para esta prueba se pone en cortacircuito las salidas de las líneas de la subestación, luego se prueba entre cada una de las fases del otro extremo de la línea, su continuidad.

PRUEBA DE AISLAMIENTO

Se medirán la resistencia de aislamiento entre fases y fase a tierra.

El nivel de aislamiento deberá tener como valores mínimos, lo siguiente :

Condiciones normales y muy húmedas

entre fases : 10 M Ω

de fase a tierra: 8 M Ω

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

La resistencia contra tierra de los pozos no deberá superar los 25 ohmios. En caso contrario se aplicará a los pozos LABORGEL, SANICKGEL o algún compuesto similar.

PRUEBA DE TENSION

Después de haber efectuado las pruebas anteriores

se aplicará la tensión nominal a toda la línea durante 72 horas consecutivas, cuando no se detecte ninguna anomalía se aplicará la correspondiente carga eléctrica.

CAPITULO V

5. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

5.1. CALCULOS ELECTRICOS DE LA LINEA

5.1.1. Capacidad de corriente

Las cargas eléctricas consideradas en el presente proyecto son :

- León dormido	:	20 Kw
- Boca león	:	80 Kw
- Granjas avícolas:		20 Kw
- Terrazas de San Antonio:		80 Kw
- Club Regatas Lima	:	200 Kw
		<hr/>
Total :		400 Kw

La corriente por fase será :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \text{ Cos}\phi} = 13.59 \text{ A} \quad (1)$$

donde: I = corriente, en amperios

P = potencia, en kilovatios

V = tensión, en kilovoltios

Cos ϕ = factor de potencia de la línea, 0.85

En la tabla V de la norma DGE 019-CA-2/83, se observa que el conductor de cobre desnudo de 16 mm² a una temperatura ambiente de 30°C, admite 137 amperios.

Por capacidad de corriente el conductor de 16 mm² es suficiente.

5.1.2. Caída de tensión

La caída de tensión permisible no debe exceder del 3.5% de la tensión nominal en el primario de la subestación de distribución más lejana electricamente (C.E.N. 2.1.3).

Con la siguiente expresión determinamos la caída de tensión (ΔV)

$$\Delta V = \sqrt{3} I l (R \cos\phi + X_L \sin\phi) = \sqrt{3} I l K \quad (2)$$

donde:

K = factor de caída de tensión

R = resistencia de la línea, en Ω/Km

X_L = reactancia inductiva de la línea, en Ω/Km

l = longitud de la línea, en Km

I = corriente, en amperios

$\cos\phi$ = factor de potencia de la línea, 0.85

Para el cálculo de caída de tensión, previamente calculamos los parámetros eléctricos de la línea.

a) Reactancia inductiva de la línea (X_L)

$$L = (0.5 + 4.61 \log \frac{D_m}{r_e}) \times 10^{-4} \quad (3)$$

donde:

L = inductancia de la línea, en Hr/Km

D_m = diámetro medio geométrico, en m

r_e = radio equivalente, en m

$$r_e = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \times 10^{-3} \quad (4)$$

donde:

S = área de la sección del conductor, en mm^2

$$r_e = 2.257 \times 10^{-3} \text{ m}$$

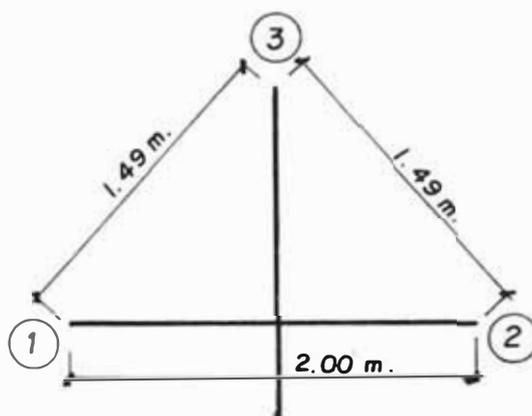
$$D_m = \sqrt[3]{D_{12} \times D_{13} \times D_{23}} \quad (5)$$

En la figura N° 1 determinamos :

$$D_{12} = 2$$

$$D_{13} = 1.49$$

$$D_{23} = 1.49$$



Pag. N° 1

$$D_m = 1.644 \text{ m}$$

$$L = 13.70 \times 10^{-4} \text{ Hr/Km}$$

$$X_L = 2 \pi f L \quad (6)$$

donde: f = frecuencia, 60 c.p.s.

$$X_L = 5,164.78 \times 10^{-4} \Omega/\text{Km}$$

b) Resistencia de la línea (R)

Consideramos 45°C como máxima temperatura de operación del conductor de la línea.

Calculamos la resistencia del conductor de la línea para temperatura de 45°C , con la siguiente expresión :

$$R_{45^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \left[1 + \alpha (T_2 - 20^\circ\text{C}) \right] \quad (7)$$

donde: $\alpha = 0.00382/^\circ\text{C}$, cobre duro (norma DGE 019-CA-2/83)

$R_{45^\circ\text{C}}$ = resistencia del conductor a la temperatura de 45°C (temperatura máxima de trabajo)

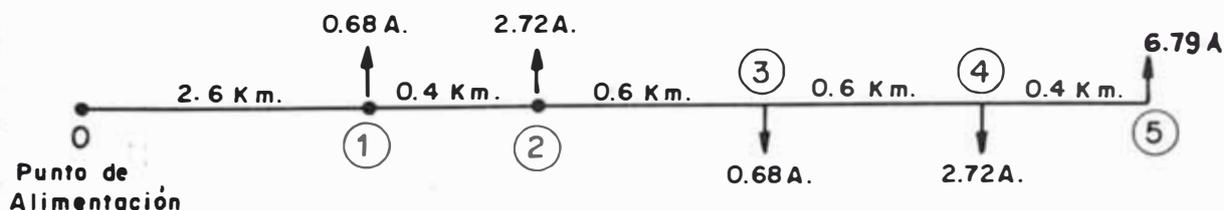
$R_{20^\circ\text{C}}$ = resistencia a 20°C en c.c., en Ω

T_2 = temperatura de trabajo del conductor, en $^\circ\text{C}$

$R_{20^\circ\text{C}} = 1.17\Omega$ (tabla II, norma DGE 019-CA-2/83)

$R_{45^\circ\text{C}} = 1.28 \Omega/\text{Km}$

c) Diagrama de carga



- (1) León dormido : 20 Kw
- (2) Boca león : 80 Kw
- (3) Granjas avícolas: 20 Kw
- (4) Terrazas de San Antonio: 80 Kw
- (5) Club Regatas Lima : 200 Kw

	1	2	3	4	5
I	0.68	2.72	0.68	2.72	6.79
ΣI	13.59	12.91	10.19	9.51	6.79
l	2.6	0.4	0.6	0.6	0.4
K	1.3636	1.3636	1.3636	1.3636	1.3636
ΔV	83.45	12.20	14.44	13.48	6.42
$\Sigma \Delta V$	83.45	95.65	110.09	123.57	129.99

$$129.99 < 700 \text{ V (3.5\%)}$$

La caída de tensión calculada en el lado primario de la subestación proyectada, representa el 0.65% de la tensión nominal.

5.1.3. Aisladores

De acuerdo al numeral 2.2.4.3 del C.N.E., la tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio que debe tener un aislador, no debe ser menor a :

$$U_C = 2.1 (U + 5) \quad (8)$$

donde: U - tensión nominal de servicio, en KV

U_C - tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio, en KV

entonces:

U_C - 52.5 KV

Los aisladores PIN C.56-3 y suspensión C.52-3, cumplen con esta exigencia, ya que tienen como tensión de flameo, a baja frecuencia, en húmedo de 80 y 60 KV, respectivamente.

Asimismo, la línea aérea se ubica a una altura menor de 1,000 m.s.n.m. y está relativamente cerca al mar, por lo que los niveles de aislamiento requeridos son :

Tensión nominal : 20 KV

Tensión no disruptiva al impulso
(onda 1.2/50 $\mu\Delta$)KV (pico) : 150

Tensión no disruptiva a la frecuencia de servicio KV (eficaz) : 50

Estos dos últimos valores están dados en la tabla 3-III del C.N.E.

La distancia de fuga recomendada es :

Distancia mínima : 1.02 x 20 - 20.4 pulg.

Distancia máxima : 1.26 x 20 - 25.2 pulg

El aislador PIN C.56-3 cumple esta exigencia, ya que tiene como distancia de fuga 533 mm (20.98 pulg). Sin embargo, el de suspensión tiene como distancia

de fuga solamente 17 pulgadas, por lo que es necesario conformar una cadena compuesta de dos (2) aisladores.

Los valores de flameo para los aisladores PIN C.56-3 y la cadena de aisladores de suspensión C.52-3 son :

	PIN	CADENA
Flameo al impulso positivo (KV):	200	300
Flameo de baja frecuencia, en húmedo (KV)	80	108

Es decir estos valores están por encima de las tensiones no disruptivas establecidas en el C.N.E.

5.2. CALCULOS MECANICOS DE LA LINEA

5.2.1. Características del conductor de la línea

Tipo de conductor :	cobre desnudo
Sección nominal mm^2 :	16
Número de alambres :	7
Diámetro nominal de hilos, mm:	1.70
Diámetro exterior, mm :	5.10
Coefficiente térmico de resistividad:	$0.00382/^\circ\text{C}$
Módulo de elasticidad Kgr/mm^2 :	12,650
Coefficiente de dilatación lineal a 20°C por $^\circ\text{C}$	1.7×10^{-5}
Carga de rotura mínima, Kgr :	621
Resistividad a 20°C $\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$:	0.01790
Peso unitario Kgr/m :	0.143

5.2.2. Esfuerzos mecánicos en el conductor

Se ha estimado el comportamiento del conductor para diferentes condiciones de estado.

Las hipótesis asumidas son las siguientes :

a) **Hipótesis I** : de esfuerzo máximo

Temperatura : 10°C

Velocidad de viento: 75 Km/h (20.8 m/s)

b) **Hipótesis II** : de templado

Temperatura sin viento: 10, 15, 20, 25°C

c) **Hipótesis III**: de máxima flecha

Temperatura sin viento: 45°C

Por consiguiente para hallar los esfuerzos en las hipótesis I y III, hacemos uso de la ecuación de estado, tomando como estado inicial la hipótesis - II.

La ecuación de estado es la siguiente :

$$\sigma_f^2 (\sigma_f + \alpha E (T_f - T_i) + \frac{w_{r_i}^2 \times a^2 \times E}{24 A^2 \sigma_i^2} - \sigma_i) = \frac{w_{r_f}^2 \times a^2 \times E}{24 A^2} \quad (9)$$

donde a : vano básico, en m

E : módulo de elasticidad, en Kgr/mm²

T_f, T_i : temperatura final e inicial, en °C

w_{r_i}, w_{r_f} : peso unitario resultante del conductor en estado inicial y final, con o sin viento

α : coeficiente de dilatación lineal del conductor.

A : sección del conductor, en mm^2

σ_i, σ_f : esfuerzo unitario inicial y final del conductor, en Kgr/mm^2 .

PARAMETROS DE LA ECUACION DE ESTADO INICIAL EN LA HIPOTESIS II

$$w_{r_i} = 0.143 \text{ Kgr/m (peso propio del conductor, sin viento)}$$

$$T_c = 20^\circ\text{C}$$

$$a = 160 \text{ m}$$

$$\sigma_i = 8.93 \text{ Kgr/mm}^2$$

La tensión de cada día (TCD) es la máxima tensión - admisible en el conductor de una línea, durante el tiempo más largo del año, a condiciones promedio - sin que experimenten vibraciones eólicas.

La TDC se expresa como un porcentaje del tiro de rotura del conductor.

Asumimos : $TCD = 23\%$

$$TCD = 0.23 \times T_R = 0.23 \times 621$$

$$TCD = 142.83 \text{ Kgr}$$

entonces : $\sigma_i = 142.83/16 = 8.93 \text{ Kgr/mm}^2$

PARAMETROS DE LA ECUACION DE ESTADO FINAL EN LA HIPOTESIS I

$$T_f = 10^\circ\text{C}$$

Con la velocidad de viento de 75 Km/h se obtiene la presión de la misma sobre el conductor, utilizando la siguiente expresión :

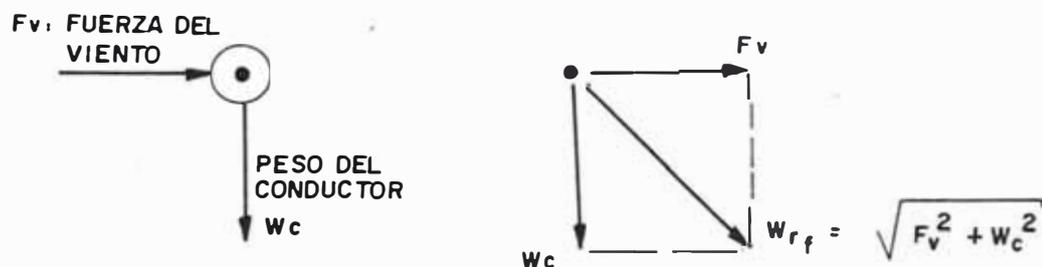
$$P = KV^2, \text{ donde}$$

P = presión del viento en Kgr/m^2

K = coeficiente igual a 0.0042 para superficies cilíndricas

V = velocidad del viento en Km/h

$$P = 23.63 \text{ Kgr/m}^2$$



Diámetro del conductor : 5.10 mm

$$F_v = pA = 23.63 \times \frac{5.10}{1000} = 0.12 \text{ Kgr/m}$$

$$w_{rf} = \sqrt{0.12^2 + 0.143^2} = 0.19 \text{ Kgr/m}$$

por lo tanto : $w_{rf} = 0.19 \text{ Kgr/m}$

$$T_f = 10^\circ\text{C}$$

σ_f = es la incógnita

Reemplazando los parámetros iniciales y finales en la ecuación (9), tenemos :

$$\sigma_f = 11.496 \text{ Kgr/mm}^2$$

Los resultados para las diferentes hipótesis se muestran en la tabla N° 1 y en el gráfico N° 1.

CALCULO DE FLECHAS PARA LA LINEA

Se ha tomado en consideración la siguiente expresión:

$$f = \frac{w_r \times a^2}{8 A \sigma} \quad (10)$$

donde w_r = peso del conductor, en Kgr/m

a = vano en m

A = sección del conductor, en mm^2

σ = esfuerzo en Kgr/mm^2

FLECHA PARA LA HIPOTESIS II

$w_r = 0.143 \text{ Kgr/m}$ (peso propio del conductor, sin viento)

$a = 160 \text{ m}$

$A = 16 \text{ mm}^2$

$\sigma = 8.927 \text{ Kgr/mm}^2$

$$f = \frac{0.143 \times 160^2}{8 \times 16 \times 8.927} = 3.20 \text{ m}$$

FLECHA PARA LA HIPOTESIS III

$$w_r = 0.143 \text{ Kgr/m}$$

$$a = 160 \text{ m}$$

$$\sigma = 7.789 \text{ Kgr/mm}^2 \text{ (a } 45^\circ\text{C de temperatura)}$$

$$f = 3.67 \text{ m}$$

Los valores de las flechas para las hipótesis II y III se muestran en las tablas Nros. 2 y 3, los mismos que se representan en el gráfico N° 2.

VANO (m)	HIPOTESIS 1		HIPOTESIS 2		HIPOTESIS 3	
	TEMP-1 °C	ESFUER-1 (Kgr/mm ²)	TEMP-2 °C	ESFUER-2 (Kgr/mm ²)	TEMP-3 °C	ESFUER-3 (Kgr/mm ²)
70	10	11.267	10	10.397	45	6.247
70	10	11.267	15	9.635	45	6.247
70	10	11.267	20	8.927	45	6.247
70	10	11.267	25	8.275	45	6.247
70	10	11.267	30	7.683	45	6.247
70	10	11.267	35	7.149	45	6.247
70	10	11.267	40	6.672	45	6.247
110	10	11.394	10	9.891	45	7.143
110	10	11.394	15	9.389	45	7.143
110	10	11.394	20	8.927	45	7.143
110	10	11.394	25	8.504	45	7.143
110	10	11.394	30	8.117	45	7.143
110	10	11.394	35	7.763	45	7.143
110	10	11.394	40	7.439	45	7.143

TABLA 1

sigue ..

Continuación Tabla 1

VANO (m)	HIPOTESIS 1		HIPOTESIS 2		HIPOTESIS 3	
	TEMP-1 °C	ESFUER-1 (Kgr/mm ²)	TEMP-2 °C	ESFUER-2 (Kgr/mm ²)	TEMP-3 °C	ESFUER-3 (Kgr/mm ²)
160	10	11.496	10	9.498	45	7.789
160	10	11.496	15	9.203	45	7.789
160	10	11.496	20	8.927	45	7.789
160	10	11.496	25	8.669	45	7.789
160	10	11.496	30	8.427	45	7.789
160	10	11.496	35	8.201	45	7.789
160	10	11.496	40	7.989	45	7.789
250	10	11.585	10	9.193	45	8.342
250	10	11.585	15	9.057	45	8.342
250	10	11.585	20	8.927	45	8.342
250	10	11.585	25	8.801	45	8.342
250	10	11.585	30	8.680	45	8.342
250	10	11.585	35	8.563	45	8.342
250	10	11.585	40	8.451	45	8.342
300	10	11.608	10	9.117	45	8.496
300	10	11.608	15	9.020	45	8.496
300	10	11.608	20	8.927	45	8.496
300	10	11.608	25	8.836	45	8.496
300	10	11.608	30	8.747	45	8.496
300	10	11.608	35	8.661	45	8.496
300	10	11.608	40	8.578	45	8.496

TABLA 1

TABLA 2

TEMP. (°C)	FLECHAS DEL CONDUCTOR						
	70	V	A	N	O	S (m)	
		110		160		250	300
10	0.526518	1.366636		3.011009		7.595345	11.02879
15	0.568136	1.439814		3.107711		7.709094	11.14656
20	0.613229	1.514300		3.203808		7.821798	11.26343
25	0.661510	1.589655		3.299176		7.933468	11.37940
30	0.712534	1.665480		3.393714		8.044124	11.49449
35	0.765738	1.741421		3.487346		8.153762	11.60872

TABLA 3

TEMP. (°C)	FLECHA MAXIMA (m)				
	70	110	160	250	300
45	0.876232	1.892517	3.672668	8.370074	11.83464

5.3. SELECCION DE ESTRUCTURAS

Para la selección de la longitud del poste se toma en consideración algunas características del perfil topográfico :

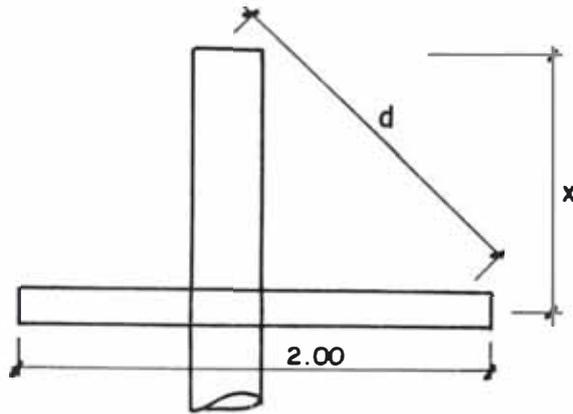
- a) es posible llegar a vanos mayores de 250 m
- b) se cruza dos (2) veces la carretera Panamericana Sur que es considerada como de primera categoría
- c) longitud : 4,632.88 m
 - vértice 1 : 124° 55' (55° 5')
 - vértice 2 : 209° 26' (29° 26')
 - vértice 3 : 186° 32' (6° 32')
 - vértice 4 : 173° 57' (6° 3')

Además, según el C.N.E., tabla 2-XX, las distancias mínimas de seguridad sobre la superficie del terreno para tensiones de 15 a 30 KV, son las siguientes:

DISPOSICION	CARRETERAS Y AVENIDAS m	CALLES Y CAMINOS m	AREAS NO TRANSITA BLES POR VEHICULOS m
Al cruce	7.00	7.00	5.00
A lo largo	6.50	6.00	5.00

5.3.1. Configuración de las estructuras

Asumimos la siguiente configuración :



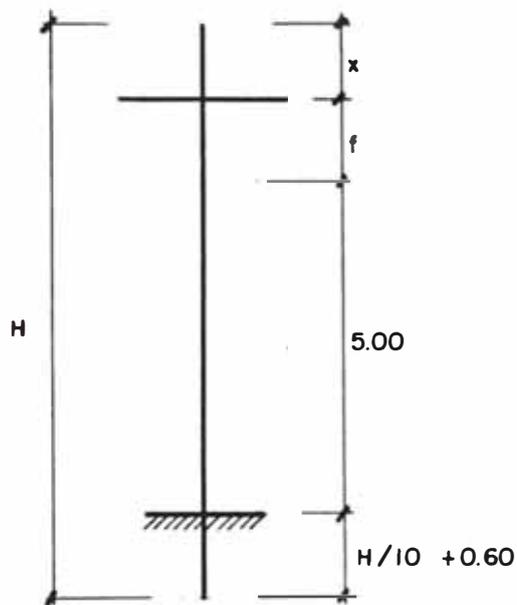
Según C.N.E. la separación mínima (d) en metros a la mitad del vano, debe ser el valor dado por la siguiente fórmula :

Para conductores menores de 35 mm^2

$$d = 0.0076U + 0.65 \sqrt{f - 0.60} \quad (11)$$

donde: f es la flecha máxima en metros, sin viento y U es la tensión de la línea en KV.

f (m)	d (m)	x (m)	f+x (m)	
2.5	1.05	0.32	2.82	
3.0	1.16	0.59	3.59	
3.5	1.25	0.75	4.25	← poste °C 11
4.0	1.35	0.91	4.91	
5.0	1.52	1.14	6.14	← poste °C 13
5.5	1.59	1.24	6.74	
6.0	1.66	1.32	7.32	
6.5	1.73	1.41	7.91	
7.0	1.80	1.50	8.50	
8.0	1.92	1.64	9.64	
10.0	2.14	1.89	11.89	
15.0	2.62	2.42	17.42	



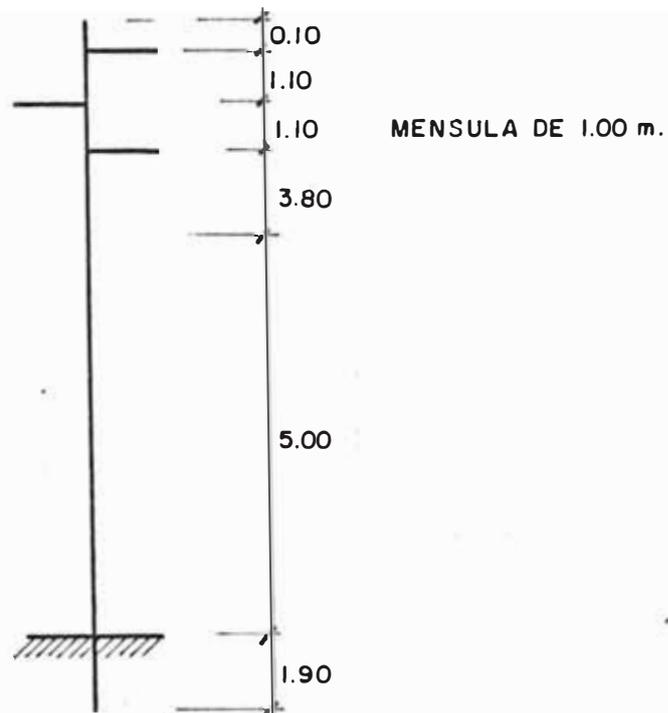
$$(f + x) + 5.00 + \frac{H}{10} + 0.60 = H$$

$$\frac{10(f + x) + 56}{9} = H$$

- Si adoptamos poste de 11 m., para que se cumpla la distancia mínima de seguridad sobre la superficie del terreno en áreas no transitables por vehículos, la línea deberá tener una flecha máxima de 3.50 m. De acuerdo a la tabla N° 3, de flecha máxima, a esta flecha le corresponde un vano de 160 m, en terreno no llano.
- Por lo mismo, para un poste de 13 m, la línea tendrá una flecha de 5.00 m, a esta flecha le corresponde un vano de 190 m, en terreno llano.
Se recomienda el uso de estructura de 13 m, para toda la línea.

VANOS ESPECIALES

Para vanos mayores usaremos la siguiente disposición:



En terreno llano para una flecha de 3.80 m, corresponde un vano de 160 m.

De la disposición anterior :

$$d^2 = (2^2 + 1.1^2)$$

$$d = 2.28 \text{ m.}$$

En la expresión (11) :

$$f = 11.31$$

En el gráfico N° 2 (flecha máxima), a esta flecha le corresponde un vano de aproximadamente 300 metros.

CRUCE A LA PANAMERICANA

Se usará poste de 13 m, conductores en disposición triangular y provisto de anclajes en ambos lados.

5.3.2. TIPO DE ESTRUCTURAS SELECCIONADAS

TIPO DE ALINEAMIENTO "A"

Estructura de alineamiento de 13 m de longitud , con conductores en disposición triangular y cruceta de 2.00 m, provisto de aisladores tipo PIN y permite vanos hasta 190 metros.

TIPO DE ALINEAMIENTO "A1"

Idem al "A", pero además llevará conductores de baja tensión y pastoral de °C sucre "C" simple , con luminaria para alumbrado público.

TIPO ANGULAR "A2"

Estructura de 13 m de longitud para ángulos menores de 30°, con conductores en disposición triangular y cruceta de 2.00 m, aisladores tipo PIN , retenida en la bisectriz del ángulo.

TIPO ANGULAR "A3"

Estructura de 13 m de longitud, 400 Kgr de esfuerzo en la punta, para ángulos menores de 10° con conductores en disposición triangular, aisladores PIN y sin retenida.

TIPO ANCLAJE "R"

Estructura de 13 m de longitud para anclajes en vanos especiales, con cruceta de 2 m, aisladores en cadena, con retenidas longitudinales.

TIPO RETENCION O ANCLAJE R1

Estructura de 13 m de longitud para vanos especiales, con ménsula de concreto de 1.00 m y aisladores en cadena, retenida longitudinales.

TIPO RETENCION O ANCLAJE ANGULAR R2

Estructura de retención para angulos mayores de -30° , con crucetas de 2.00 m, aisladores de suspensión y retenidas longitudinales.

5.4. CALCULOS MECANICOS DE ESTRUCTURAS**5.4.1. Estructura de alineamiento**

Este tipo de estructura tiene que cumplir las exigencias mínimas establecidas en las hipótesis I y IV de la tabla 2-XVI del C.N.E., tomo IV.

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA

Altura	:	13 m
Empotramiento	:	1.90 m
Peso del poste	:	1,300 Kgr
Peso de la cruceta	:	120 Kgr
Peso aislador (aprox.):	:	8 Kgr
Vano viento (eolovano):	:	160 m
Vano peso (gravivano) :	:	160 m

PRIMERA HIPOTESIS

a) Cargas permanentes

Peso de poste : 1300 Kgr

Peso de la cruceta: 120 Kgr

Peso aislador : 8 Kgr

Peso conductor : $160 \times 0.143 = 22.88$ Kgr

Carga vertical : $8 + 23 = 31$ Kgr

b) Viento

Sobre el conductor (F_{V_C})

$$F_{V_C} = 160 \times \frac{5.10}{1000} \times 23.63 = 19.28 \text{ Kgr}$$

Sobre el aislador (F_{V_a})

$$F_{V_a} = 2.0 \text{ Kgr (asumida)}$$

Sobre la cruceta ($F_{V_{C_R}}$)

$$F_{V_{C_R}} = 1.00 \text{ Kgr (asumido)}$$

Sobre el poste (F_{V_p})

Diámetro vértice: 120 mm

Diámetro base : 315 mm

Diámetro en el empotramiento (d_e)

$$d_e = d_p + \frac{(h_T - h_e)}{h_T} (d_b - d_p) \quad (12)$$

donde d_p = diámetro en la punta
 d_b = diámetro en la base
 h_T = altura del poste
 h_e = altura de empotramiento

reemplazando, $d_e = 286$ mm

$$F_{V_p} = \left(\frac{0.120 + 0.286}{2} \right) \times 11.1 \times 23.63 = 53.25 \text{ Kgr}$$

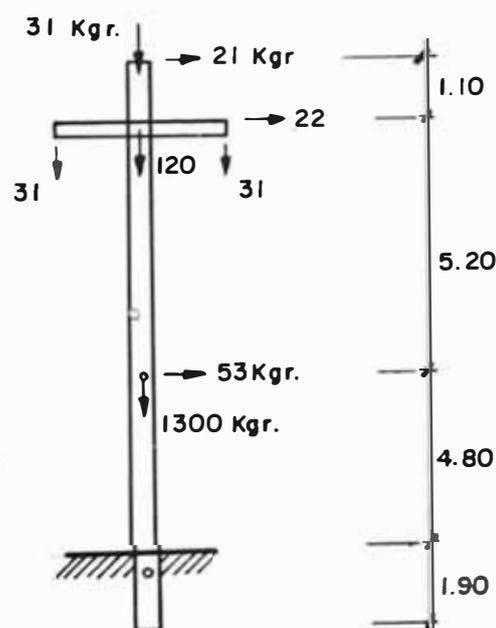
Punto de aplicación de la fuerza del viento sobre el poste: Z

$$Z = \frac{h}{3} \left(\frac{d_e + 2d_p}{d_e + d_p} \right) \quad (13)$$

donde: $h = h_T - h_e$

$$Z = 4.80 \text{ m}$$

c) Diagrama de carga sobre el poste :



$$\Sigma M_0 = 21(11.1) + 2 \times 22(10) + 53(4.8) = 927.50 \text{ Kgr-m}$$

Entonces, la fuerza equivalente F_{eq} es :

$$F_{eq} = 84.32 \text{ Kgr}$$

considerando que esta fuerza está aplicado a 10 cms - de la punta del poste.

En esta hipótesis el coeficiente de seguridad mínimo a la rotura de los postes es 2, por lo tanto, la carga de rotura mínima (C_r) será :

$$C_r = F_{eq} \times C_s = 168.64 \text{ Kgr}$$

CUARTA HIPOTESIS

- a) Cargas permanentes (idem a la hipótesis I)
- b) Rotura de conductores

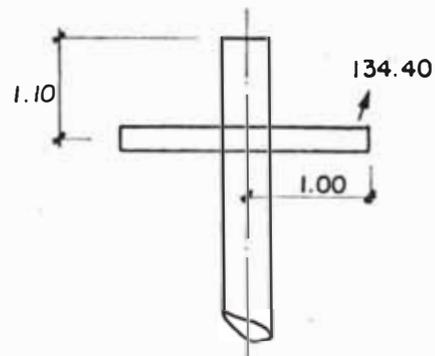
Se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor.

El valor del esfuerzo de rotura (T_r) será 50% del esfuerzo máximo del conductor (T_c).

$$T_c = 268.8 \text{ Kgr}$$

El momento torsor (M_t) por el esfuerzo de rotura es igual a :

$$M_t = 134.4 \times 1.0 = 134.40 \text{ Kgr-m}$$



Momento flector (M_f) es igual a :

$$M_f = 134.4 \times 10 = 1,344 \text{ Kgr/m}$$

Momento equivalente :

$$M_{eq} = \frac{M_f}{2} + \frac{1}{2} (M_f^2 + M_t^2)^{1/2} \quad (14)$$

$$M_{eq} = 1347.35$$

$$F_{eq} = \frac{1347.35}{11} = 122.49 \text{ Kgr}$$

En esta hipótesis el coeficiente de seguridad mínimo a la rotura de los postes es de 1.5, por lo tanto, la carga de rotura mínimo (C_r) será :

$$C_r = C.S. \times F_{eq} = 183.74 \text{ Kgr}$$

Conclusión: De acuerdo a las hipótesis, el poste seleccionado deberá tener las siguientes características : 13/200/120/315.

5.4.2. Estructura en ángulo

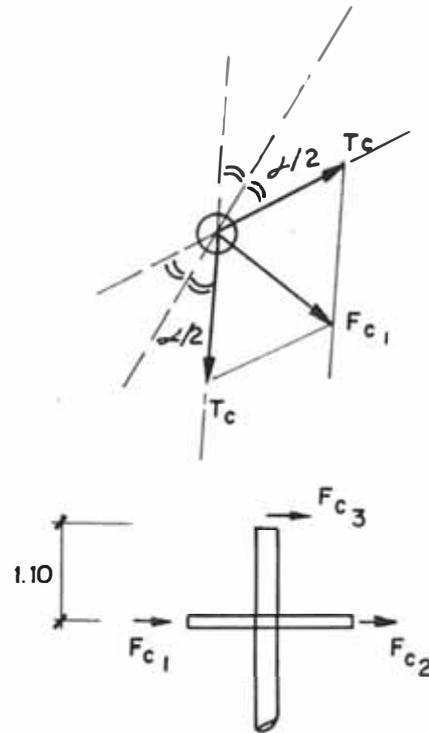
PRIMERA HIPOTESIS

- a) Cargas permanentes (idem al de alineamiento)
- b) Cargas por ángulo (incluye fuerza por acción del viento)

Fuerza resultante (F_c) sobre conductor :

$$F_c = 2T_c \sin \frac{\alpha}{2} + F_{V_c} \cos \frac{\alpha}{2}$$

Tabla N° 1, Hip. I, $T_c = 184 \text{ Kgr}$



$$F_{V_C} = 1 \times \frac{d_c}{1000} \times P_V = 160 \times \frac{5.10}{1000} \times 23.63 = 19.28 \text{ Kgr}$$

$$F_C = 2 \times 184 \sin \frac{\alpha}{2} + 19.28 \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$F_C = 368 \sin \frac{\alpha}{2} + 19.28 \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$F_{C_1} = F_{C_2} = F_{C_3} = F_C$$

$$M_C = F_C \times l_1 + 2F_C l_2$$

$$M_C = F_C (l_1 + 2l_2)$$

$$l_1 = 11.1 \text{ m}$$

$$l_2 = 10 \text{ m}$$

$$M_C = (368 \sin \frac{\alpha}{2} + 19.28 \cos \frac{\alpha}{2}) (11.1 + 20)$$

$$M_C = 11,445 \sin \frac{\alpha}{2} + 600 \cos \frac{\alpha}{2}$$

Sobre el poste : M_{V_p}

$$M_{V_p} = 53 \times 4.8 = 254.40 \text{ Kgr-m}$$

Momento equivalente : M_{eq}

$$M_{eq} = M_C + M_{V_p} = 11,445 \text{ sen } \frac{\alpha}{2} + 600 \text{ cos } \frac{\alpha}{2} + 254$$

$$F_{eq} = \frac{M_{eq}}{11} = 1041 \text{ sen } \frac{\alpha}{2} + 55 \text{ cos } \frac{\alpha}{2} + 23$$

$$F_{eq} = 1041 \text{ sen } \frac{\alpha}{2} + 55 \text{ cos } \frac{\alpha}{2} + 23$$

A continuación elaboramos una tabla donde a partir de diversos valores de α , determinamos la fuerza equivalente y por consiguiente la carga de rotura mínima (C_r) con coeficiente de seguridad mínima a la rotura de los postes igual a 2.

α°	F_{eq}	C_r
0	78	156
1	87	174
→ 2	96	192
5	123	246
→ 10	169	338
15	213	426
20	258	516
25	302	604
30	346	692
40	431	862
50	513	1026
55	553	1106
60	591	1182

CONCLUSIONES

De la tabla se observa :

1. el poste seleccionado para alineamiento 13/200/120/315 sólo soportan un ángulo máximo de 2° - sin retenida.
2. de acuerdo al perfil del trazado presenta dos (2) ángulos menores de 10°, de manera que para estos casos el poste de 13/400/150/345 puede usarse sin retenida.

5.4.3. Estructura de retención o anclaje

Primera hipótesis

a) Cargas permanentes

Peso del poste : 1300 Kgr

Peso de la cruceta: 120 Kgr

Peso del conductor: 23 Kgr

Peso aislador : 4 x 7 + 2 = 30 Kgr

b) Carga por ángulo (incluye fuerza por acción del viento)

Del cálculo anterior :

$$F_{eq} = 1041 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + 55 \operatorname{cos} \frac{\alpha}{2} + 23$$

α°	F_{eq}	C_r
0	78	156
55	553	1106

CONCLUSION

1. En esta hipótesis el poste de anclaje en alineamiento, no necesita retenida (poste de 13/200).
2. Para anclaje angular, requerirá retenida pues exige una carga de rotura mínima de 1106 Kgr, que excede el valor de 200 Kgr. El cálculo de la retenida se hará en la hipótesis más desfavorable.

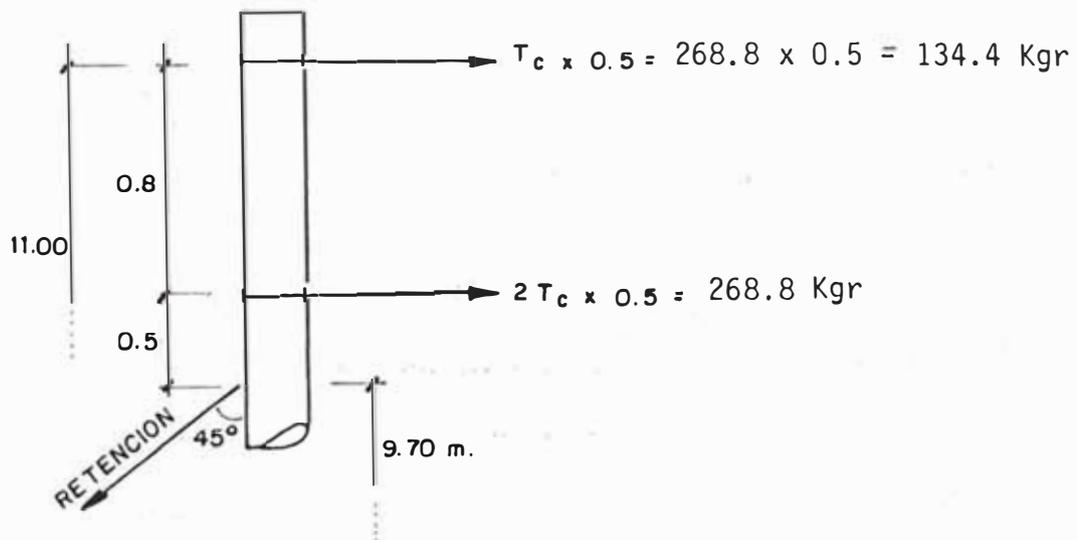
Tercera hipótesis

a) Cargas permanentes

Idem a la primera hipótesis

b) Desequilibrio de tracciones

- Para retención o anclaje en alineamiento



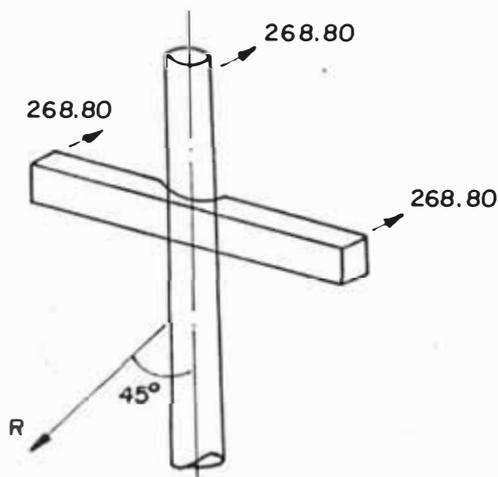
$$R \operatorname{sen} 45^\circ \times 9.7 = 134.40 \times 11 + 268.80 \times 10.2$$

$$R = 615.28$$

Con factor de seguridad de 2, tenemos como carga de rotura de la retenida (C_R) :

$$C_R = 2.0 \times 615.28 = 1230.56 \text{ Kgr}$$

- Para retención o anclaje angular :



$$R \text{ sen } 45^\circ \times 9.7 = \\ 268.80 \times 11 + 2 \times 268.8 \\ \times 10.2$$

$$R = 1230.56$$

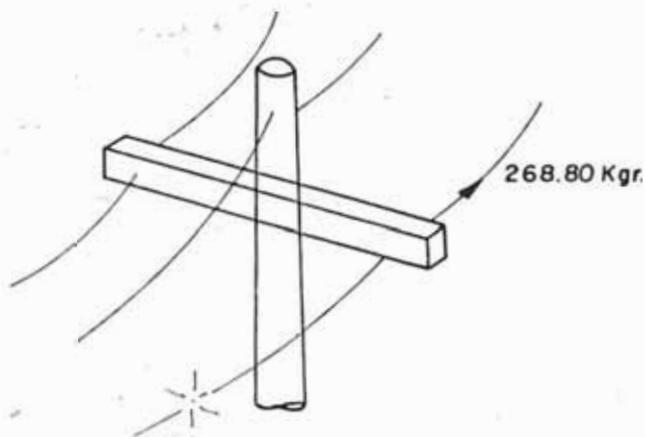
La carga de la rotura de la retenida :

$$C_R = 2461.12 \text{ Kgrs.}$$

Cuarta hipótesis

- Cargas permanentes (idem a la 1ra. hipótesis)
- Rotura de conductores

Se considerará el esfuerzo correspondiente a la rotura de un conductor en las líneas con un solo conductor por fase y circuito, sin reducción alguna de esfuerzo.



- Momento torsor :

$$M_t = 268.8 \times 1.0 = \\ 268.80 \text{ Kgr-m}$$

- Momento flector :

$$M_f = 268.8 \times 10.2 = \\ 2741.76 \text{ Kgr-m}$$

- Momento equivalente :

$$M_{eq} = \frac{M_f}{2} + \frac{1}{2} (M_f^2 + M_t^2)^{1/2}$$

$$M_{eq} = 2748.33 \text{ Kgr-m}$$

$$F_{eq} = 249.85 \text{ Kgr}$$

Este valor es menor al calculado en la hipótesis 3, por lo que del resultado de la hipótesis 3 se selecciona la retenida :

Tipo de retenida : longitudinal

Nº de retenidas : dos (2)

Tipo de cable : acero galvanizado
7 hilos

Diámetro : 3/8"

Carga de rotura : 2,700 Kgr

DIMENSIONAMIENTO DE BLOQUE Y VARILLA DE ANCLAJE

El esfuerzo máximo en la retenida, sin considerar factor de seguridad, es $R = 842 \text{ Kgr}$.

Según C.N.E. se debe cumplir :

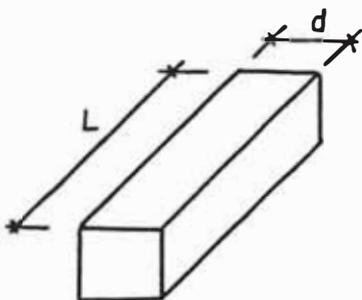
$$d \geq \frac{R}{1.5L} \quad (15)$$

donde :

$R =$ tiro de la retenida (Kgr)

$d =$ diámetro o ancho del bloque de anclaje (cm)

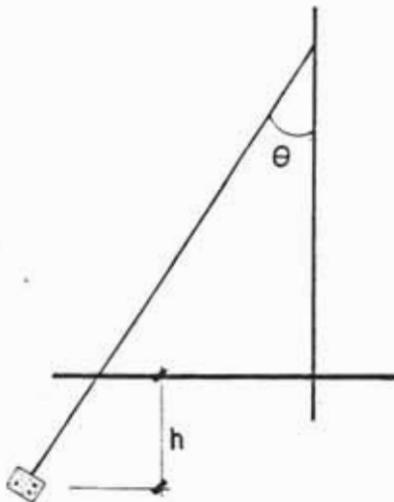
$L =$ longitud del bloque de anclaje (cm).



Si $d = L$, entonces :

$$L \geq \frac{1230.56}{1.5L} \quad L \geq \left(\frac{1230.56}{1.5}\right)^{1/2} = 29 \text{ cms}$$

Adoptamos un bloque de las siguientes dimensiones:



largo : 500 mm

ancho : 500 mm

espesor: 200 mm

El valor aproximado de "h":

$$h \geq \left(\frac{R \operatorname{sen} \theta}{8.65L}\right)^{1/2} \quad (16)$$

$$h \geq \left(\frac{1230.56 \times \operatorname{sen} 45^\circ}{8.65 \times 50}\right)^{1/2} = 1.41 \text{ m}$$

$$h \geq 1.41$$

CONCLUSION

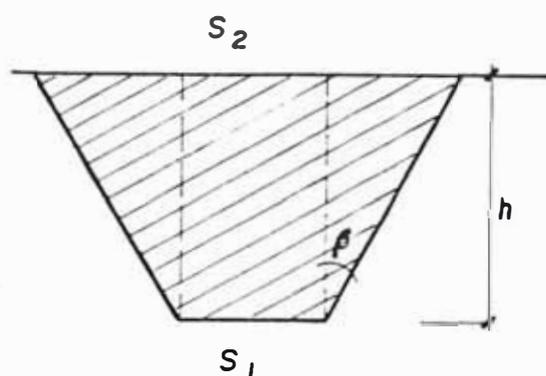
Podemos seleccionar para la retenida :

- Varilla de anclaje de 3/4" \emptyset x 2.40 m. con plancha galvanizada de 4" x 4" x 1/4" espesor.

CIMENTACION DE LA RETENIDA

Se asume que el bloque de concreto esta debajo de un bloque de tierra, de forma de un tronco de pirámide y que dicho bloque está colocado paralelamente a la superficie del terreno, por lo que el volumen del tronco de pirámide es igual a :

$$V = \frac{1}{3} h (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}) \quad (17)$$



$$S_1 = L^2 = (0.50)^2 = 0.25 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 2 h \operatorname{tg} \beta + L = 2.45 \text{ m}^2$$

$$V = 1.44 \text{ m}^3$$

β = ángulo de deslizamiento de la tierra (con respecto a la vertical)

$\beta = 36^\circ$ (tierra vegetal-húmeda - C.N.E.)

El peso del volumen de tierra (w) es igual a :

$$W = V\delta, \text{ donde } \delta = 1600 \text{ Kgr/m}^3 \text{ - C.N.E.}$$

$$W = 1.44 \times 1600. = 2,304 \text{ Kgr}$$

Por consiguiente, el tiro que actúa sobre el cable de retenida es contrarestada por el peso del terreno contenido en el tronco de pirámide.

Coeficiente de seguridad : C_S

$$C_S = \frac{W}{R} = \frac{2,304}{1,230.56}$$

$$C_S = 1.87$$

5.5. CIMENTACION DE ESTRUCTURAS

El terreno presenta la características de ser una "tierra media", el cual tiene los siguientes parámetros :

- Presión máxima admisible (σ) = 2 Kgr/cm²

Coeficiente de compresibilidad (C) = 2,000 Kgr/m³
 Angulo de deslizamiento del terreno (con respecto a la vertical) = 48°

De acuerdo al método valenci, la condición de equilibrio es :

$$F(h+t) \leq \frac{P}{2} \left(a - \frac{4P}{3b\sigma} \right) + Cbt^3 \quad (18)$$

donde :

$P = P_m + P_p =$ Peso del macizo + Carga vertical sobre el poste, en Kgr.

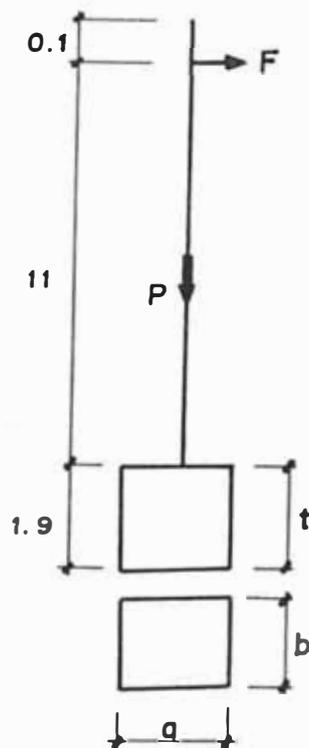
$F =$ Fuerza en la punta que produce el volteo, a 10 cm de la punta, en Kgr.

$h =$ Altura de aplicación de la fuerza de volteo, - en m.

$t =$ Altura de macizo, en m

$a, b =$ Dimensiones de la base del macizo, en m

$C =$ Coeficiente de compresibilidad, en Kgr/cm³
 C.N.E.



5.5.1. Cimentación para postes de alineamiento

Las cargas verticales que actúan sobre el poste son :

Peso del poste	:	1300 Kgr
Peso de la cruceta	:	120 Kgr
Peso de conductores	:	69 Kgr
Peso de una persona	:	80 Kgr
Peso aprox. aisladores:		<u>24 Kgr</u>
Peso total	:	1,593 Kgrs

Las dimensiones del macizo serán :

$$a = b = 0.80 \text{ m}$$

$$t = 1.90 \text{ m}$$

a) Cálculo del peso del macizo (P_m)

P_m = peso específico del concreto x volumen del macizo

Peso específico del concreto = 2,200 Kgr/m³ CNE

b) Volumen del macizo (V) :

$$V = V_T - V_E$$

donde V_T = volumen total macizo

V_E = volumen de empotramiento del poste

$$V_E = \frac{t'}{3} (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$$

donde t' = altura empotramiento del poste: 1.80 m

S_1 = sección de la base del poste

S_2 = sección de empotramiento del poste

$$V_E = \frac{1.8}{3} (0.08 + 0.06 + 0.08 \times 0.06)$$

$$V_E = 0.13 \text{ m}^3$$

$$V_T = 0.96 \text{ m}^3$$

$$\text{Entonces, } V = 0.83 \text{ m}^3$$

$$P_m = 0.83 \times 2,200 = 1,826 \text{ Kgr}$$

$$P = 1,826 + 1,593 = 3,419 \text{ Kgr}$$

c) Cálculo del momento actuante (M_A)

$$M_A = F(h + t) = 200 (11 + 1.9)$$

$$M_A = 2,580 \text{ Kgr-m}$$

d) Cálculo del momento resistente (M_R)

$$M_R = \frac{P}{2} \left(a - \frac{4P}{3b\sigma} \right) + Cbt^3$$

$$M_R = \frac{3419}{2} \left(0.8 - \frac{4 \times 3419}{3 \times 0.8 \times 2 \times 10^4} \right) + 2,000 \times 0.8 \times 1.9^3$$

$$M_R = 11,854.94 \text{ Kgr-m}$$

Por lo tanto :

$$M_A < M_R \quad \text{O.K.}$$

5.5.2. Cimentación para estructura en anclaje

Las cargas verticales que actúan sobre el poste son :

- Peso del poste	:	1,300 Kgr
- Peso de cruceta	:	120 Kgr
- Peso de conductores:		69 Kgr
- Peso de una persona:		80 Kgr
- Peso de aisladores	:	90 Kgr
Peso total	:	<u>1,659 Kgr</u>

$$P_{\text{macizo}} = 0.83 \times 2200 = 1,826 \text{ Kgr}$$

$$P = 1826 + 1659 = 3,485 \text{ Kgr}$$

$$M_R = 11,862 \text{ Kgr-m}$$

$$M_A = 400 (11 + 1.9) = 5,160 \text{ Kgr-m}$$

$$M_A < M_R \quad \text{O.K.}$$

5.5.3. Cimentación para la estructura biposte con poste 13/400/150/345

Las cargas verticales que actúan sobre cada poste son :

Peso de estructura:	1300 + 200 =	1500 Kgr
Peso de cruceta	:	120 Kgr
Peso de conductores:		35 Kgr
Peso de hombre	:	80 Kgr
Peso de aisladores	:	90 Kgr
Peso de seccionadores	$0.5 \times 3 \times 8 =$	12 Kgr
Peso de transformadores	$0.5 \times 2800 =$	1400 Kgr
Peso total	:	<u>3,237 Kgr</u>

$$V_E = 0.15 \text{ m}^3$$

$$V_T = 0.96 \text{ m}^3$$

$$V = V_T - V_E = 0.81 \text{ m}^3$$

$$P_m = 0.81 \times 2,200 = 1,782 \text{ Kgr}$$

$$P = 5,019 \text{ Kgr}$$

$$M_A = 5,160 \text{ Kgr-m}$$

$$M_R = 11,903 \text{ Kgr-m}$$

$$M_A < M_R \quad \text{O.K.}$$

CONCLUSION

La cimentación de los postes de alineamiento, anclaje, etc. serán de concreto y de las siguientes dimensiones :

$$a = b = 0.80 \text{ m}$$

$$t = 1.90 \text{ m}$$

5.6. CALCULO MECANICO DE AISLADORES

Consideramos que la línea cambia de dirección formando un ángulo α , por lo tanto, intervienen sobre el aislador :

- la acción del tiro del conductor
- la presión del viento
- el peso del conductor

- a) Fuerza por acción del tiro del conductor y presión del viento :

$$F_C = 2T_C \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + F_{V_C} \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$F_C = 368 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + 19.28 \cos \frac{\alpha}{2}$$

- b) Fuerza por acción del peso del conductor

$$W_C = 0.143 \times 160 = 23 \text{ Kgr}$$

- c) Fuerza resultante sobre el aislador : F_R

$$F_R = \sqrt{F_C^2 + W_C^2} \quad (19)$$

La carga de rotura para el aislador tipo PIN C.56-3 es 1,500 Kgr y para la suspensión C.52-3 es 8,000 Kgr.

La fuerza resultante que actúa sobre el aislador :

$$\text{PIN,} \quad F_R = 42 \text{ Kgr con } \alpha = 5^\circ$$

$$\text{SUSPENSION,} \quad F_R = 188 \text{ Kgr con } \alpha = 55^\circ$$

Según el C.N.E. los aisladores de suspensión y PIN deben soportar una carga que no exceda el 33% de su correspondiente carga de rotura. Por consiguiente, los aisladores seleccionados cumplen mecánicamente lo exigido en el código.

5.7. CATENARIA DE DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS

Con vano básico de 160 metros y aplicando la siguiente fórmula :

$$f = \frac{T}{w_r} \left[\cosh \frac{d/2}{T/w_r} - 1 \right] \quad (20)$$

donde : T : tensión para el vano básico en hipótesis III a 45°C = 124.62 Kgr.

w_r : peso unitario resultante en la hipótesis III = 0.143 Kgr/m

d : vano, en metros

Entonces :

$$f = 871.5 \left[\cosh \frac{d}{1743} - 1 \right]$$

Por consiguiente en base a esta fórmula se ha preparado la curva con que se efectuará la distribución de estructuras.

PLANILLA DE ESTRUCTURAS

N° DE ESTRUCT.	TIPO DE ESTRUCT.	V A N O	AISLADORES		RETENIDAS	CRUCETAS	OBSERVACIONES
			a ₁	a ₂			
01	A0	20	73.50	03	06	01	01 x 2.00
02	A1	73.50	72.00	03	-	-	01 x 2.00
03	A1	72.00	72.00	03	-	-	01 x 2.00
04	A1	72.00	176.00	03	-	-	01 x 2.00
05	A	176.00	178.00	03	-	-	01 x 2.00
06	A	178.00	64.00	03	-	-	01 x 2.00
07	A	64.00	92.00	03	-	-	01 x 2.00
08	R2	92	294.00	01	12	02	01 x 2.00 Vértice 1: 124° 55'
09	R1	294.00	240.00	-	12	02	03 x 1.00
10	R1	240.00	171.00	-	12	02	03 x 1.00
11	A	171.00	166.00	03	-	-	01 x 2.00
12	A	166.00	228.00	03	-	-	01 x 2.00
13	A	228.00	172.00	03	-	-	01 x 2.00
14	A2	172.00	156.00	03	-	01	01 x 2.00 Vértice 2: 209° 26'
15	A	156.00	116.00	03	-	-	01 x 2.00

Continuación Planilla de Estructuras :

N° DE ESTRUCT.	TIPO DE ESTRUCT.	V A a ₁	N A a ₂	O	AISLADORES PIN CADENA	RETENIDAS	CRUCETAS	OBSERVACIONES
16	A3	116.00	178.00		03 -	-	01 x 2.00	Vértice 3: 186° 32'
17	A	178.00	128.00		03 -	-	01 x 2.00	Cruce carretera
18	R	128.00	120.00		01 12	02	01 x 2.00	Cruce panamericana
19	R	120.00	280.00		01 12	02	01 x 2.00	Cruce panamericana
20	R1	280.00	180.00		- 12	02	03 x 1.00	
21	A	180.00	129.00		03 -	-	01 x 2.00	
22	A	129.00	126.00		03 -	-	01 x 2.00	
23	A	126.00	100.00		03 -	-	01 x 2.00	
24	A	100.00	200.00		03 -	-	01 x 2.00	
25	A3	200.00	190.00		03 -	-	01 x 2.00	Vértice 4: 173° 57'
26	A	190.00	190.00		03 -	-	01 x 2.00	
27	A	190.00	190.00		03 -	-	01 x 2.00	
28	A	190.00	198.00		03 -	-	01 x 2.00	
29	A	198.00	154.00		03 -	-	01 x 2.00	
30	SAB	154.00	--		06 06	-	02 x 2.00	250 KVA, 20-10/0.23 KV

NOTA :. A3, R1 y SAB serán con poste 13/400/150/345, las otras estructuras serán con poste 13/200/120/315.

CAPITULO VI

6. PRESUPUESTO BASE

6.1. SISTEMA DE UTILIZACION PRIMARIA 20 KV - FILIAL SAN ANTONIO

FECHA : abril 1991

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
I MATERIALES					
I.1. Conductor					
1	Conductor de cobre desnudo, temple duro, 7 hilos, 16 mm ²	m	14,600	0.48	<u>7,008.00</u>
					I/m. 7,008.00
I.2. Postes					
1	Poste de concreto cen - trifugado de 13/200/120 315	c/u	24	170.71	4,097.04
2	Postes de concreto cen trifugado de 13/400/150 345	c/u	05	269.35	1,346.75
3	Cimentación de postes	c/u	29	10.00	<u>290.00</u>
					I/m. 5,733.79
I.3. Armados					
1	Armado del tipo A0	c/u	01	432.85	432.85
2	Armado del tipo A	c/u	16	105.47	1,687.52
3	Armado del tipo A1	c/u	03	122.54	367.62
4	Armado del tipo A2	c/u	01	113.31	113.31
5	Armado del tipo A3	c/u	02	113.31	226.62
6	Armado del tipo R	c/u	02	679.63	1,359.26
7	Armado del tipo R1	c/u	03	681.24	2,043.72
8	Armado del tipo R2	c/u	01	681.24	<u>681.24</u>
					I/m. 6,912.14

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
I.4.	Subestación aérea bi-poste				
1	Estructura de concreto, incluye postes, soportes, etc.	cjto.	01	708.23	708.23
2	Transformador de potencia de 250 KVA, 20-10/0.23 KV	c/u	01	5,610.00	5,610.00
3	Seccionador tipo CUT - OUT, intemperie, 27 KV 100 A; incluye fusible de expulsión de 8 K	c/u	03	153.36	460.08
4	Aisladores y ferretería	cjto.	01	507.40	507.40
5	Sistema de puesta a tierra, incluye conductor de bajada a tierra de 25 mm ² , electrodos, etc	cjto.	02	61.79	123.58
				I/m.	7,409.29
I.5.	Sistema de puesta a tierra de estructuras				
1	Sistema de puesta a tierra, conductor de bajada a tierra de 25 mm ² , electrodo directamente enterrado	cjto.	29	31.94	926.26
				I/m.	926.26
I.6.	Retenidas				
1	Retenida simple con conductor de acero de 7 hilos, 3/8" Ø, varilla de anclaje 3/4" Ø x 2.40 m	cjto.	14	91.13	1,275.82
				I/m.	1,275.82
	TOTAL MATERIALES			I/m.	29,265.30

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
II	MANO DE OBRA, TRANSPORTE Y EQUIPO				
II.1	Conductor				
1	Tendido y templado de conductor de cobre desnudo de 16 mm ²	m	14,600	0.12	1,752.00
				I/m.	1,752.00
II.2	Postes				
1	Instalación de postes de concreto de 13 m en terreno llano, con acceso vehicular	c/u	22	24.06	529.32
2	Instalación de postes de concreto de 13 m en terreno sin acceso vehicular	c/u	07	93.68	655.76
				I/m.	1,185.08
II.3	Armado				
1	Instalación de armado A0	c/u	01	4.63	4.63
2	Instalación de armado A	c/u	16	2.32	37.12
3	Instalación de armado A1	c/u	03	2.32	6.96
4	Instalación de armado A2	c/u	01	2.32	2.32
5	Instalación de armado A3	c/u	02	2.32	4.64
6	Instalación de armado R	c/u	02	4.63	9.26
7	Instalación de armado R1	c/u	03	5.79	17.37
8	Instalación de armado R2	c/u	01	4.63	4.63
				I/m.	89.93
II.4	Subestación aérea biposte				
1	Instalación de estructura de concreto	cjto.	01	209.03	209.03
2	Instalación de transformador	c/u	01	39.32	39.32

ITEM	ESPECIFICACION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
3	Instalación de seccionador	c/u	03	6.07	18.21
4	Instalación de aislador y ferretería	cjto.	01	15.20	15.20
5	Instalación de sistema de puesta a tierra	cjto.	02	23.48	46.96
				I/m.	328.72
II.5.	Sistema de puesta a tierra de estructuras				
1	Instalación de puesta a tierra	c/u	29	2.06	59.74
					59.74
II.6.	Retenidas				
1	Instalación de retenidas	c/u	14	26.91	376.74
					376.74
	TOTAL MANO DE OBRA, TRANSPORTES Y EQUIPO :			I/m.	3,789.21
III	VARIOS				
1	Trazado y replanteo de la línea	global			250.00
2	Transporte a obra de postes y crucetas	global			320.00
3	Transporte a obra de equipos y herramientas	global			80.00
4	Transporte a obra de aisladores, conductor, ferretería, etc.	global			80.00
5	Transporte e instalación de campamento	global			90.00
6	Otros	global			130.00
	TOTAL VARIOS :			I/m.	950.00

RESUMEN

Materiales	:	29,265.30
Mano de obra, transporte y equipo :		3,789.21
Varios	:	950.00
		<hr/>
	SUB TOTAL :	34,004.51
Gastos generales, Dirección Técnica (10%)	:	3,400.45
Utilidad (5%)	:	1,700.23
	TOTAL :	39,105.19
Más I.G.V. (14%)	:	5,474.73
	I/m.	44,579.92

6.2. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
I. MATERIALES					
TIPOS DE ARMADOS					
I.1	Armado tipo "A0"				
1	Cruceta de °C Z/2.00/500	c/u	01	27.21	27.21
2	Varilla roscada de 5/8"Ø x 14" con tuerca	c/u	01	3.23	3.23
3	Varilla roscada de 5/8"Ø x 8" con tuerca	c/u	03	2.08	6.24
4	Arandela cuadrada plana 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	04	1.44	5.76
5	Arandela cuadrada curva- da 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	04	1.58	6.32
6	Ojal roscado	c/u	03	1.94	5.82
7	Plancha de cobre para puesta a tierra	c/u	06	1.50	9.00
8	Horquilla bola	c/u	03	7.10	21.30
9	Aislador de suspensión C.52-3	c/u	06	31.31	187.86
10	Rotula ojal largo	c/u	03	9.52	28.56
11	Grapa de anclaje tipo - pistola	c/u	03	16.62	49.86
12	Grapa de cobre, un perno dos vías para conductor de cobre 16/25 mm ²	c/u	07	2.34	16.38
13	Aislador tipo PIN C.56-3	c/u	03	15.87	47.61
14	Espiga PIN 3/4" Ø x 12 1/2" cabeza emplomada 1 3/8" Ø x 2"	c/u	03	5.90	17.70
				I/m.	432.85
I.2	Armado tipo "A"				
1	Cruceta de °C Z/2.00/500	c/u	01	27.21	27.21
2	Varilla roscada de 5/8"Ø x 14" con tuerca	c/u	01	3.23	3.23

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
3	Arandela cuadrada curva- da 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	02	1.44	2.88
4	Plancha de cobre para puesta a tierra	c/u	03	1.50	4.50
5	Aislador PIN C.56-3	c/u	03	15.87	47.61
6	Espiga PIN 3/4"Ø x 12 ¹ / ₂ "	c/u	03	5.90	17.70
7	Grapa de cobre, un perno, dos vías para conductor de cobre 16/25 mm ²	c/u	01	2.34	2.34
				I/m.	105.47
I.3	Armado tipo "A1" Idem al anterior, más				
8	Pastoral de °C tipo Su- cre "C" simple	c/u	01	17.07	17.07
				I/m.	122.54
I.4	Estructura tipo "A2"				
1	Cruceta de °C Z/2.00/500	c/u	01	27.21	27.21
2	Varilla roscada 5/8"Ø x 14" con tuerca	c/u	01	3.23	3.23
3	Arandela cuadrada curva- da 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	04	1.44	5.76
4	Plancha de cobre para puesta a tierra	c/u	03	1.50	4.50
5	Aislador PIN C.56-3	c/u	03	15.87	47.61
6	Espiga PIN de 3/4"Ø x 12 1/2"	c/u	02	5.90	11.80
7	Espiga para punta de pos- te de 16 15/16" con cabe- za emplomada de 13/8" Ø x 2"	c/u	01	6.70	6.70
8	Varilla roscada 5/8" Ø x 8" con tuerca	c/u	02	2.08	4.16
9	Grapa de cobre, un perno, dos vías p/conductor de cobre 16/25 mm ²	c/u	01	2.34	2.34
				I/m.	113.31

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
I.5.	Armado tipo "A3" Idem al armado A2				113.31
				I/m.	113.31
I.6.	Armado tipo "R"				
1	Cruceta de °C Z/2.00/500	c/u	01	27.21	27.21
2	Varilla roscada 5/8" Ø x 14" con tuerca	c/u	01	3.23	3.23
3	Varilla roscada 5/8" Ø x 8" con tuerca	c/u	03	2.08	6.24
4	Arandela cuadrada plana 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	04	1.44	5.76
5	Arandela cuadrada curva- da 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	04	1.56	6.24
6	Plancha de cobre para puesta a tierra	c/u	04	1.50	6.00
7	Ojal roscado	c/u	06	1.94	11.64
8	Horquilla bola	c/u	06	7.10	42.60
9	Aislador de suspensión C.52-3	c/u	12	31.31	375.72
10	Rótula ojal largo	c/u	06	9.52	57.12
11	Grapa de anclaje tipo - pistola	c/u	06	16.62	99.72
12	Grapa de cobre, un perno doa vías	c/u	07	2.34	16.38
13	Aislador tipo PIN C.56-3	c/u	01	15.87	15.87
14	Espiga PIN de 3/4" Ø x 12 1/2"	c/u	01	5.90	5.90
				I/m.	679.63
I.7.	Armado tipo "R1"				
1	Ménsula de °C M/1.00/250	c/u	03	12.11	36.33
2	Varilla roscada 5/8" Ø x 14" con tuerca	c/u	03	3.23	9.69
3	Varilla roscada 5/8" Ø x 8" con tuerca	c/u	03	2.36	7.08
4	Arandela cuadrada plana 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	06	1.44	8.64

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
5	Arandela cuadrada curva- da 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	06	1.58	9.48
6	Plancha de cobre p/pues- ta a tierra	c/u	03	1.50	4.50
7	Ojal roscado	c/u	06	1.94	11.64
8	Horquilla bola	c/u	06	7.10	42.60
9	Aislador de suspensión C.52-3	c/u	12	31.31	375.72
10	Rótula ojal largo	c/u	06	9.52	57.12
11	Grapa de anclaje tipo pis- tola	c/u	06	16.62	99.72
12	Grapa de cobre, un perno, dos vías	c/u	08	2.34	18.72
				I/m.	681.24
I.8.	Armado tipo "R2" Idem al armado "R"				681.24
				I/M.	681.24
I.9.	Subestación aérea biposte				
I.9.1	Estructura de concreto				
1	Poste de °C 13/400/180/375	c/u	02	269.35	538.70
2	Cruceta de °C Z/2.00/500	c/u	02	27.21	54.42
3	Palomilla portaseccionador 2.20 m	c/u	01	28.37	28.37
4	Media loza soporte de tra- fo	c/u	02	33.37	66.74
5	Cimentación de postes	c/u	02	10.00	20.00
				I/m.	708.23
I.9.2	Aislador y ferretería				
1	Varilla roscada 5/8" Ø x 14"	c/u	02	3.23	6.46
2	Varilla roscada 5/8" Ø x 8"	c/u	03	2.08	6.24
3	Arandela cuadrada plana 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	04	1.44	5.76

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
4	Arandela cuadrada curva- da 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	06	1.58	9.48
5	Plancha p/puesta a tierra	c/u	12	1.50	18.00
6	Ojal roscado	c/u	03	1.94	5.82
7	Horquilla bola	c/u	03	7.10	21.30
8	Aislador de suspensión C.52-3	c/u	06	31.31	187.86
9	Rótula de ojal largo	c/u	03	9.52	28.56
10	Grapa de anclaje tipo - pistola	c/u	03	16.62	49.86
11	Aislador tipo PIN C-56-3	c/u	06	15.87	95.22
12	Espiga PIN de 3/4" Ø x 12 1/2"	c/u	06	5.90	35.40
13	Grapa de cobre, un perno dos vías	c/u	16	2.34	37.44
				I/m.	507.40
I.9.3	Sistema de puesta a tierra				
1	Conductor de cobre desnudo temple blando, 7 hilos, 25 mm ²	m	32	0.75	24.00
2	Electrodo Copperweld 5/8" Ø x 2.40 m, incluye conec- tor AB	c/u	02	19.94	39.88
3	Bóveda de concreto	c/u	02	5.00	10.00
4	Sal hidroscópica	c/u	02	24.85	49.70
				I/m.	123.58
I.10	Sistema de puesta a tierra de estructuras				
1	Conductor de cobre desnudo temple blando, 7 hilos, 25 mm ²	m	16	0.75	12.00
2	Electrodo Copperweld 5/8" Ø x 2.40 m, incluye conec- tor AB	c/u	01	19.94	19.94
				I/m.	31.94

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P. U.	TOTAL
I.11	Retenidas				
1	Perno angular 5/8" \emptyset x 10" con tuerca	c/u	01	3.26	3.26
2	Arandela cuadrada curvada 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	c/u	02	1.58	3.16
3	Guardacabo galvanizado	c/u	02	0.28	0.56
4	Grapa de doble vía galvanizada de tres pernos	c/u	02	4.52	9.04
5	Cable de acero galvanizado 7 hilos, 3/8" \emptyset	m	15	1.10	16.50
6	Tuerca ciega de bronce 5/8" \emptyset	c/u	01	7.41	7.41
7	Arandela plana 4" x 4" x 1/4"	c/u	01	2.88	2.88
8	Varilla de anclaje 3/4" \emptyset x 2.40 m	c/u	01	11.15	11.15
9	Bloque de concreto 0.50 x 0.50 x 0.20 m	c/u	01	24.52	24.52
10	Canaleta protectora galvanizada de 1/16" x 2.40 m	c/u	01	12.65	12.65
				I/m.	<u>91.13</u>

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
II	MANO DE OBRA, TRANSPORTE Y EQUIPO				
II.1	Instalación de poste de °C 13 m con cruceta (terreno llano con acceso vehicular) Rendimiento : 8 postes por día Cuadrilla : 1 capataz,+2 operarios + 2 oficiales + 4 peones.				
	MANO DE OBRA :				
	Capataz	H.H	1.00	1.00	1.00
	Operario	H.H	2.00	0.95	1.90
	Oficial	H.H	2.00	0.90	1.80
	Peón	H.H	4.00	0.85	3.40
					Sub total : 8.10
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camión grúa	H.V	1.00	15.96	15.96
					Sub total : 15.96
					TOTAL : I/m. 24.06
II.2	Instalación de poste de °C 13 m con cruceta (terreno sin acceso vehicular)				
II.2.1	Traslado de poste al punto de instalación Rendimiento : 4 postes por día Cuadrilla : 1 operario + 2 peones				
	MANO DE OBRA :				
	Operario	H.H	2.00	0.95	1.90
	Peón	H.H	4.00	0.85	3.40
					Sub total : 5.30
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Tractor winche	H.V	2.00	9.33	18.66
					18.66
					TOTAL : I/m. 23.96

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
II.2.2	Instalación de poste de °C 13 m Rendimiento : 2 postes por día Cuadrilla : 1 capataz + 2 o- perarios + 2 oficiales + 4 pe- nes.				
	MANO DE OBRA :				
	Capataz	H.H	4.00	1.00	4.00
	Operario	H.H	8.00	0.95	7.60
	Oficial	H.H	8.00	0.90	7.20
	Peón	H.H	16.00	0.85	13.60
					Sub total : 32.40
	TRANSPORTE				
	Tractor winche	H.V	4.00	9.33	37.32
					Sub total : 37.32
					TOTAL : I/m. 69.72
II.3	Instalación de armado de anclaje (R, R2 y A0) Rendimiento: 5 unidades por día Cuadrilla : 1/8 capataz + 1 o- perario + 1 oficial				
	MANO DE OBRA :				
	Capataz	H.H	0.20	1.00	0.20
	Operario	H.H	1.60	0.95	1.52
	Oficial	H.H	1.60	0.90	1.44
					Sub total : 3.16
	HERRAMIENTA				
	10% de mano de obra				0.32
					Sub total : 0.32
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camioneta	H.V	0.20	5.75	1.15
					Sub total : 1.15
					TOTAL : I/m. 4.63

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
II.4	Instalación de armado de alineamiento (A, A1, A2 y A3) Rendimiento: 10 unidades por día Cuadrilla : 1/8 capataz + 1 operario + 1 oficial				
	MANO DE OBRA :				
	Capataz	H.H	0.10	1.00	0.10
	Operario	H.H	0.80	0.95	0.76
	Oficial	H.H	0.80	0.90	0.72
					<u>1.58</u>
					Sub total : 1.58
	HERRAMIENTA				
	10% mano de obra				0.16
					<u>0.16</u>
					Sub total : 0.16
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camioneta	H.V	0.10	5.75	0.58
					<u>0.58</u>
					Sub total : 0.58
					TOTAL : I/m. 2.32
II.5	Instalación de armado especial de anclaje (R1) Rendimiento: 4 unidades por día Cuadrilla : 1/8 capataz + 1 operario + 1 oficial				
	MANO DE OBRA :				
	Capataz	H.H	0.25	1.00	0.25
	Operario	H.H	2.00	0.95	1.90
	Oficial	H.H	2.00	0.90	1.80
					<u>3.95</u>
					Sub total : 3.95
	HERRAMIENTA				
	10% mano de obra				0.40
					<u>0.40</u>
					Sub total : 0.40
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camioneta	H.V	0.25	5.75	1.44
					<u>1.44</u>
					Sub total : 1.44
					TOTAL : I/m. 5.79

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
II.6	Instalación de subestación aérea biposte de 250 KVA				
II.6.1	Instalacion de estructura de concreto				
II.6.1.1.	Instalación de postes y <u>accesorios sin fraguar</u>				
	Rendimiento: 1 por día				
	Cuadrilla : 1 capataz + 2 operarios + 1 oficial + 2 peones				
	MANO DE OBRA :				
	Capataz	H.H	8.00	1.00	8.00
	Operario	H.H	16.00	0.95	15.20
	Oficial	H.H	8.00	0.90	7.20
	Peón	H.H	16.00	0.85	13.60
					Sub total : 44.00
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camión grúa	H.V.	8.00	15.96	127.68
					Sub total : 127.68
					TOTAL : I/m. 171.68
II.6.1.2.	Fraguado de accesorios de concreto				
	Rendimiento: 1 por día				
	Cuadrilla : 1/4 capataz + 2 operarios + 2 oficiales				
	MANO DE OBRA :				
	Capataz	H.H	2.00	1.00	2.00
	Operario	H.H	16.00	0.95	15.20
	Oficial	H.H	16.00	0.90	14.40
					Sub total : 31.60
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camioneta	H.V	1.00	5.75	5.75
					Sub total : 5.75
					TOTAL : I/m. 37.35

ÍTEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
II.6.2	Instalación del pozo de tierra				
II.6.2.1	Apertura de hueco Rendimiento: 1 por día Cuadrilla : 2 peones MANO DE OBRA :				
	peón	H.H	16	0.85	13.60
					<u>13.60</u>
				Sub total :	13.60
II.6.2.2	Instalación de electrodo y tratado de tierra Rendimiento: 2 por día Cuadrilla : 1 oficial + 1 peón MANO DE OBRA :				
	Oficial	H.H	4.00	0.90	3.60
	Peón	H.H	4.00	0.85	3.40
					<u>7.00</u>
				Sub total :	7.00
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camioneta	H.V	0.5	5.75	2.88
					<u>2.88</u>
				Sub total :	2.88
				TOTAL : I/m.	9.88
II.6.3.	Instalación de seccionadores y conductor de bajada a trafo Rendimiento: 6 por día Cuadrilla : 2 operarios + 1 oficial MANO DE OBRA :				
	Operario	H.H	2.67	0.95	2.54
	Oficial	H.H	1.33	0.90	1.20
					<u>3.74</u>
				Sub total :	3.74
	HERRAMIENTA				
	10% de mano de obra				0.37
					<u>0.37</u>
				Sub total :	0.37

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
TRANSPORTE					
	Camioneta	H.V	0.34	5.75	1.96
					<u>1.96</u>
				Sub total :	1.96
				TOTAL : I/m.	6.07

II.6.4. Instalación de aisladores y ferretería

Rendimiento: 2 por día

Cuadrilla : 2 operarios +
1 oficial

MANO DE OBRA :

operario	H.H	8.00	0.95	7.60
oficial	H.H	4.00	0.90	3.60

Sub total : 11.20

HERRAMIENTA

10% de mano de obra 1.12

Sub total : 1.12

TRANSPORTE

Camioneta H.V 0.50 5.75 2.88

Sub total : 2.88

TOTAL : I/m. 15.20

II.6.5. Instalación de transformador 250 KVA (2 Tn.)

Rendimiento: 4 por día

Cuadrilla : 2 operarios +
2 oficiales

MANO DE OBRA

Operario	H.H	4.00	0.95	3.80
Oficial	H.H	4.00	0.90	3.60

Sub total : 7.40

TRANSPORTE Y EQUIPO

Camión grúa H.H 2.00 15.96 31.92

Sub total : 31.92

TOTAL : I/m. 39.32

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
II.7	Tendido y templado de conductor				
II.7.1.	Tendido del conductor				
	Rendimiento: 2,000 m. por día				
	Cuadrilla : 1 capataz + 3 operarios + 2 oficiales + 3 peones				
	MANO DE OBRA :				
	Capataz	H.H	0.0040	1.00	0.0040
	Operario	H.H	0.0120	0.95	0.0114
	Oficial	H.H	0.0080	0.90	0.0072
	Peón	H.H	0.0120	0.85	0.0102
					Sub total : 0.0328
	HERRAMIENTA				
	10% de mano de obra				0.0033
					Sub total : 0.0033
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camión plataforma	H.V	0.0040	8.36	0.0334
	Trayle portabobina	H.E	0.0040	0.28	0.0011
	Freno hidráulico	H.E	0.0040	0.37	0.0015
	Otros		global		0.0050
					Sub total 0.0410
					TOTAL : I/m. 0.0771
II.7.2.	Templado o flechado del conductor				
	Rendimiento: 2,000 m. por día				
	Cuadrilla : 3 operarios + 2 oficiales				
	MANO DE OBRA :				
	Operario	H.H	0.012	0.95	0.0114
	Oficial	H.H	0.008	0.90	0.0072
					Sub total : 0.0186
	HERRAMIENTA				
	10% de mano de obra				0.0019
					Sub total : 0.0019

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
TRANSPORTE					
	Camioneta	H.V	0.004	5.75	0.023
				Sub total :	0.023
				TOTAL : I/m.	0.0435
II.8	Instalación de retenida				
II.8.1.	Colocación de varilla de anclaje con bloque de concreto				
	Rendimiento: 1 por día				
	Cuadrilla : 1/4 operario				
	+ 1 peón				
	MANO DE OBRA :				
	Operario	H.H	2.00	0.95	1.90
	Peón	H.H	8.00	0.85	6.80
				Sub total :	8.70
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camioneta	H.V	1.00	5.75	5.75
				Sub total :	5.75
				TOTAL : I/m.	14.45
II.8.2.	Instalación de accesorios, templado de la retenida				
	Rendimiento: 5 por día				
	Cuadrilla : 1 operario +				
	1 oficial				
	MANO DE OBRA :				
	Operario	H.H	1.60	0.95	1.52
	Oficial	H.H	1.60	0.90	1.44
				Sub total :	2.96
	HERRAMIENTA				
	10% de mano de obra				
					0.30
				Sub total :	0.30
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camioneta	H.V	1.6	5.75	9.20
				Sub total :	9.20
				TOTAL : I/m.	12.46

ITEM	ESPECIFICACION	UNID.	CANT.	P.U.	TOTAL
11.9	Instalación del sistema de puesta a tierra de estructura				
	Rendimiento: 10 unidades por día				
	Cuadrilla : 1 operario + 1 oficial				
	MANO DE OBRA				
	Operario	H.H.	0.8	0.95	0.76
	Oficial	H.H.	0.8	0.90	0.72
					1.48
					SUB TOTAL :
	TRANSPORTE Y EQUIPO				
	Camioneta	H.H.	0.1	5.75	0.58
					0.58
					SUB TOTAL :
					TOTAL: I/m. 2.06

6.3. FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE AUTOMATICO

Monto del presupuesto, sin I.G.V. : I/m. 44,579.92
(Abril '91)

$$K = 0.207 \frac{C}{C_0} + 0.166 \frac{P}{P_0} + 0.379 \frac{D}{D_0} + 0.098 \frac{J}{J_0} + 0.150 \frac{I}{I_0}$$

donde K : factor de reajuste automático

C : índice CREPCO para conductor de cobre desnudo (código 06)

P : índice CREPCO para postes y crucetas de concreto (código 062).

D : índice CREPCO para dolar USA (código 030)
(transformador de potencia, seccionador ,
aislador y ferretería).

J : índice CREPCO para :

- mano de obra en el régimen de construc-
ción civil : 44% (código 047)

- maquinaria y equipo nacional : 56%
(código 048)

I : índice general de precios al consumidor -
según I.N.E. (código 039)

Los valores iniciales de los índices serán los del
mes de abril de 1991.

CONCLUSIONES

1. El presente proyecto cumple con las disposiciones de la Ley General de Electricidad N° 23406 y su Reglamento, Código Nacional de Electricidad y Normas vigentes, por lo tanto pueden someterse a consideración de Electrolima para su revisión y conformidad correspondiente.

2. En el presente proyecto se ha determinado lo siguiente:
 - línea aérea trifásica de 3 hilos, con conductor de cobre desnudo, de 16 mm².
 - estructura compuesta por postes de concreto armado centrifugado, de 13/400 y 13/200. Crucetas y menzulas, también de concreto.
 - ocho(8) tipos de armados, determinados particularmente en base al recorrido de la línea y características topográficas del terreno.
 - aisladores tipo PIN, clase 56-3 y cadena de aisladores de suspensión, clase 52-3, compuesta de dos (2) aisladores por cadena.
 - una subestación aérea biposte, con transformador de potencia de 250 KVA, 20-10/0.23 KV y seccionadores tipo CUT-OUT de 27 KV - 100 A.
 - costo total de la obra, referido al mes de abril de 1991, el mismo que asciende a la suma de : I/m. 44,579.92, incluye costo de materiales, mano de obra, transporte, equipos, leyes sociales e impuestos vigentes a la fecha.
 - plazo de ejecución de la obra : 35 días calendarios

3. De acuerdo a los cálculos mecánicos del conductor, los esfuerzos máximos determinados con la hipótesis I (de esfuerzo máximo) están por debajo del esfuerzo máximo admisible, exigido en el numeral 2.2.4.1 y tabla 2-XIV del Código Nacional de Electricidad.
4. En los cálculos mecánicos del conductor en la hipótesis II (de templado) se asume como punto de partida - que el esfuerzo del conductor, en condiciones normales (tensión de cada día) es el 23% del tiro de rotura del conductor; tomando como ejemplo proyectos similares que existen para la zona. Sin embargo, Electrolima es más conservador, ya que asume solamente el 15%. Cabe aclarar que el Código Nacional de Electricidad - no establece ningún valor o indicación sobre el particular.
5. Se ha determinado un costo aproximado por kilómetro - de línea, de US\$ 11,000 dolares USA. De acuerdo a características topográficas similares en dicha zona, el costo por kilómetro arriba indicado, puede servir como referencia, para tener una idea de lo que costaría prolongar esta línea a otros puntos que se encuentran dentro de la zona de influencia de la línea.

BIBLIOGRAFÍA

1. Código Nacional de Electricidad.
2. Norma DGE 0048-P-1/84 : "Elaboración y Conformidad de Proyectos de Sistemas de Utilización a Tensiones de Distribución Primaria a cargo de Terceros".
3. Ley General de Electricidad N° 23406 y su Reglamento.
4. Reglamento Nacional de Construcciones.
5. Norma DGE 006B-P-1/84 "Ejecución y Control de Obras - en Sistema de Utilización a Tensiones de Distribución Primaria a cargo de Terceros".
6. Norma DGE 019-CA-2/83 : "Conductores Eléctricos en Redes de Distribución Aérea".
7. Textos :
 - "Redes Eléctricas" de G. Zoppetti
 - "Estaciones Transformadoras y de Distribución" de G. Zoppetti.
 - "Línea de Transporte de Energía" de L. M. Checa
8. Proyecto del Subsistema de Distribución Primaria para Electrificación playas de Asia - Cañete, elaborado por el ingeniero José Aguirre Rodríguez.
9. Equipos y Materiales de Media Tensión técnicamente aceptables - Electrolima.
10. Lista de materiales para baja tensión técnicamente aceptables - Electrolima.