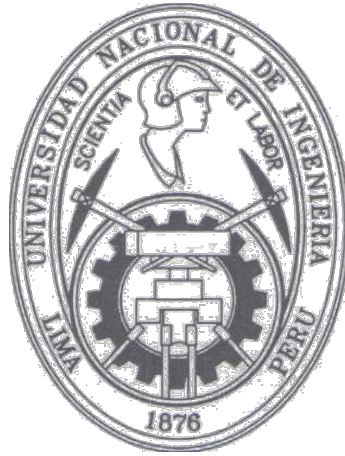


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ELECTRIFICACIÓN DE LA LOCALIDAD DE  
SAPALACHE, DEPARTAMENTO DE PIURA**

**TESIS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

ELABORADO POR:

**MARIO ADOLFO HURTADO ASCORNAO**

LIMA-PERÚ

1987

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PROLOGO -----	001
1. INTRODUCCION -----	003
2. MEMORIA DESCRIPTIVA -----	005
2.1. Generalidades -----	005
2.2. Alcances del Proyecto -----	007
2.3. Descripción del Proyecto -----	008
2.4. Bases del Diseño -----	013
3. ESTUDIO DEL MERCADO ELECTRICO -----	016
3.1. Proyección del consumo de energía y de la máxima demanda	
3.1.1. Calificación de la localidad ---	016
3.1.2. Consumo de energía -----	016
3.1.3. Máxima demanda de la potencia ---	021
4. CALCULOS ELECTRICOS DEL SISTEMA DE DISTRIBU - CION -----	030
4.1. Cálculo eléctrico del Sub-sistema de dis - tribución primaria -----	030
4.2. Cálculo eléctrico del Sub-sistema de dis - tribución secundaria -----	032
5. CALCULOS MECANICOS DE LAS REDES	062
5.1. Cálculo mecánico de la Red Primaria	062
5.1.1. Cálculo mecánico de conductores	062
5.1.2. Cálculo mecánico de estructuras	069
5.2. Cálculo mecánico de la Red Secundaria	098
5.2.1. Cálculo mecánico de conducto - res -----	098

5.2.2.	Cálculo mecánico de estructuras	106
6.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES ----	119
6.1.	Sub-sistema de distribución primaria	119
6.1.1.	Postes y crucetas -----	119
6.1.2.	Aisladores y accesorios -----	123
6.1.3.	Conductores eléctricos -----	138
6.1.4.	Transformadores de distribución	141
6.1.5.	Equipo de protección y maniobras	146
6.1.6.	Material eléctrico accesorio	148
6.2.	Sub-sistema de Distribución secundaria	149
6.2.1.	Postes -----	149
6.2.2.	Unidades de alumbrado público .-	149
6.2.3.	Material accesorio y ferrete - ría -----	151
6.2.4.	Conductores -----	152
6.2.5.	Acometidas aéreas -----	153
7.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE -----	155
7.1.	Sub-sistema de Distribución primaria	155
7.1.1.	Montaje de postes y crücetas --	155
7.1.2.	Instalación de aisladores y acce sorios -----	159
7.1.3.	Tendido de conductores -----	161
7.1.4.	Montaje electromecánico de las sub-estaciones de distribución	170
7.1.5.	Pruebas -----	172
7.2.	Sub-sistema de Distribución secundaria	174
7.2.1.	Montaje de postes -----	174
7.2.2.	Instalación de unidades de alum brado público -----	175

7.2.3.	Instalación de material acceso- rio y ferretería -----	175
7.2.4.	Tendido de conductores -----	176
7.2.5.	Ejecución de acometidas aéreas	176
7.2.6.	Pruebas -----	177
8.	METRADO Y PRESUPUESTO -----	178
8.1.	Metrado y Presupuesto del Sub-sistema de distribución primaria -----	179
8.2.	Metrado y Presupuesto del Sub-sistema de distribución secundaria -----	186
8.3.	Fórmulas polinómicas -----	193
	CONCLUSIONES	
	BIBLIOGRAFIA	201
	PLANOS	
	APENDICE	

\* \* \* \* \*

## P R O L O G O

El problema de la electrificación en nuestro país, es principalmente del tipo económico, ya que las necesidades son grandes y los recursos muy limitados. Por esta razón la presente tesis trata de obtener menores costos en electrificación, especialmente en las zonas rurales, para ello se analizan los factores considerados de mayor incidencia en la determinación de los costos.

Para realizar el análisis, se ha tomado como referencia - la localidad de Sapalache en el departamento de Piura.

En primer lugar se hace una descripción del Proyecto y sus alcances, estableciéndose las bases generales de diseño.

El estudio de Mercado Eléctrico tratado en el Capítulo 3, nos permite obtener una base referencial de cierta confiabilidad del comportamiento eléctrico de la zona a electrificar.

En el Anexo "A" y tomando en cuenta los resultados de la demanda de potencia y energía, se efectúa un análisis comparativo técnico-económico de sistemas de distribución, - considerando los niveles de tensión establecidos en el Código Nacional de Electricidad, Tomo IV y la Norma del Ministerio de Energía y Minas: DGE-009-T-3-/1987.

Los capítulos 4 y 5 contienen los cálculos justificativos

del Proyecto para comprobar que los materiales y equipos a utilizar cumplan con las exigencias técnicas y de seguridad.

El aspecto de las Especificaciones Técnicas, tanto de materiales como las recomendaciones para el montaje, se establecen en los capítulos 6 y 7, estas consideraciones están basadas en normas nacionales e internacionales vigentes; en criterios y prácticas de instalaciones.

Con la finalidad de obtener costos actualizados del Sistema de Distribución y el costo unitario de electrificación por abonado; en el Capítulo 8 se determina los Metrados y Presupuestos, incluyendo fórmulas polinómicas de reajuste correspondiente a la primera etapa del Proyecto.

Finalmente establecemos las conclusiones, se incluyen planos, referencias bibliográficas, esquemas de armados y los apéndices que tratan sobre análisis de alternativas de sistemas de distribución y la metodología utilizada para la proyección de la demanda de energía y potencia eléctrica.

Cabe resaltar mi agradecimiento a las Instituciones y personas que han contribuido a la realización del presente trabajo, en especial a ELECTROPERU S.A, a los ingenieros: Rafael Ocaña, Edgar Claudio, Humberto Armas y a mi señora esposa.

## INTRODUCCION

El presente estudio está orientado a lograr un mejor ordenamiento de los sistemas eléctricos en zonas rurales por medio de una adecuada planificación del sistema de distribución eléctrica.

El proyecto comprende el Sistema de Distribución Eléctrica, que a su vez incluye el Sub-sistema de distribución primaria y el sub-sistema de distribución secundaria de la localidad de Sapalache en el Departamento de Piura.

El proceso de electrificación se origina por la existencia de la demanda de energía, en consecuencia su determinación constituye la base del estudio. El objetivo de la previsión de la demanda de energía eléctrica es estimar con suficiente anticipación las magnitudes y características de los requerimientos futuros de energía eléctrica que definirán en nuestro caso, los programas de expansión del Sistema de Distribución Eléctrica.

Constituye un paso muy importante, puesto que la subestimación de las demandas pueden conducir a fallas en el abastecimiento con los consiguientes efectos sobre la producción; la sobreestimación llevará a un exceso de capacidad instalada que permanecerá sin utilizar originando efectos económicos y financieros negativos sobre el sector.

Una vez definidas las demandas de energía eléctrica se ha

ce un análisis de alternativas de solución al sistema de distribución con la consiguiente selección de la más conveniente, desde el punto de vista técnico-económico.

Finalmente en base a los análisis realizados, se efectúa el desarrollo del proyecto; estableciéndose los criterios y fundamentos de diseño dentro de un marco económico y de seguridad, tanto para las personas como para las instalaciones.



## CAPÍTULO 2

### MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 2.1. GENERALIDADES

##### a) Ubicación geográfica.

La localidad de Sapalache se encuentra ubicada en el distrito de Carmen de la Frontera, provincia de Huancabamba del departamento de Piura a una altitud de 2,500 m.s.n.m. a unos 100 metros, de donde se ubica la Mini Central Hidroeléctrica de Carmen de la Frontera, punto inicial del sub sistema de Distribución Primaria - que alimentará con energía eléctrica a la localidad.

##### b) Clima.

La localidad de Sapalache tiene un clima frío y húmedo en invierno y templado húmedo en verano con precipitaciones pluviales durante todo el año.

##### c) Descripción de la localidad.

Las viviendas en su gran mayoría están construidas de adobe, de uno o dos pisos, con cumbreras altas y techos de calamina o tejas a doble agua.

Las viviendas están ubicadas en terrenos relativamente planos de tipo arcilloso. Las calles están bien determinadas, tienen un ancho promedio de 9 metros, sin asfaltar en su totalidad.

No cuenta con servicio de agua potable, ni sistema de de

sague, tampoco existe energía eléctrica.

El comercio es muy limitado, consiste básicamente en productos de consumo doméstico y pan llevar, hay posibilidades de impulsar la agroindustria, principalmente la de productos lácteos, también hay potencialidad en pequeños talleres de carpintería y tejidos, actualmente la población realiza dichas actividades en forma bastante restringida.

d) Acceso.

La localidad de Sapalache tiene una vía de acceso consistente en una carretera sin afirmar de 24 kilómetros en regular estado de conservación que lo une a la ciudad de Huancabamba. A su vez se interconecta por medio de una carretera afirmada con la ciudad de Piura.

e) Recursos Naturales.

La zona de ubicación del proyecto cuenta con recursos naturales que todavía no se explotan adecuadamente.

- Hídricos:

Esta zona tiene potencial hídrico proveniente de los deshielos de la parte alta los que son utilizados solo parcialmente para el regadío.

- Agricultura:

Es una zona aparente para el cultivo de papas, maíz, habas, alfalfa, cebada, trigo.

Las precipitaciones pluviales son abundantes, lo cual garantiza el éxito de los cultivos y el crecimiento de

pastos naturales.

En este sector ya se están aplicando algunos programas de orientación técnica.

- Ganadería:

Cuenta con un regular desarrollo en lo que se refiere a la ganadería de vacunos y ovinos. Los pastos naturales y cultivados permiten el sostenimiento de la ganadería.

La producción de ganado se comercializa, principalmente a Huancabamba y Piura.

f) Actividad económica principal.

La actividad económica principal de la zona es la ganadería de vacunos y ovinos, la cual es alentada por la abundancia de pastos. Esta actividad constituye el principal ingreso económico de los pobladores por la venta de carnes y quesos.

En segundo plano está la agricultura que últimamente dedica su producción, no solo al consumo propio, sino también a la comercialización fuera de la zona, lo cual mejora el ingreso económico de la población.

## 2.2. ALCANCES DEL PROYECTO

Sub-sistema de Distribución Primaria.

El desarrollo del proyecto comprende el diseño de:

a) Redes de Distribución Primaria.

Permiten alimentar desde la Central Hidráulica de Sapalache a las sub-estaciones aéreas proyec-

tadas.

b) Sub-estaciones aéreas de distribución.

Ubicadas convenientemente en los centros de carga.

Sub-sistema de Distribución Secundaria.

El desarrollo del proyecto comprende:

a) Redes eléctricas del sub-sistema de distribución secundaria e instalaciones de alumbrado público. En el diseño de redes se considera toda el área actual y futura del proyecto, para el Metrado y Presupuesto se ha incluido sólo la primera etapa, según se muestra en los diagramas de carga respectivos.

b) Conexiones domiciliarias.

Para las manzanas que se encuentran deshabitadas, no se ha considerado la conexión domiciliaria, sin embargo han sido incluidas como cargas para el diseño de las redes del sub-sistema de distribución secundaria. En el metrado se toma en cuenta únicamente la primera etapa.

### 2.3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Redes de distribución primaria.

Tienen las siguientes características:

- Sistema trifásico
- Número de hilos : 3
- Tensión nominal : 10 Kv
- Frecuencia nominal: 60 Hz
- Disposiciones de conductores: Triangular

- Conductores : Material: Aleación de aluminio desnudo.
- Estructuras : Postes de madera nacional tratada de 11 metros.
- Aisladores : Tipo pin en estructuras de alineamiento.
  - . Tipo disco en estructuras, de ángulo mayores de 30°
- Vano normal : 60 metros
- Puesta a tierra: Mediante pozos de tierra

El trazo de la red se ha definido considerando:

- ° Tener el menor recorrido
- ° Las estructuras se emplearán en las redes eléctricas primarias y secundarias.
- ° La ubicación de las estructuras no entorpecerán, en la medida de lo posible, el tránsito vehicular y peatonal
- ° La ubicación de las estructuras han tenido en cuenta el desarrollo urbano de la localidad.
- ° Los distanciamientos mínimos que por seguridad de las personas y equipos estipule el Código Nacional de Electricidad.

Sub-estaciones aéreas de distribución.

Presentan las siguientes características:

- Transformadores :
  - ° Tipo de transformador : Trifásico
  - ° Capacidad de transformación : 100 KVA
  - ° Enfriamiento : Natural
  - ° Arrollamientos y núcleo: en baño de aceite
  - ° Relación de transformación en vacío : 10,000 + 2 x 2.5%/400-230 V.

- ° Frecuencia nominal : 60 Hz
  - ° Altitud : 2,500 m.s.n.m
  - ° Interruptor automático de baja tensión incorporado al transformador.
- Protección:
- ° Atención de corrientes de cortocircuito mediante : Cortacircuitos provistos de fusibles del tipo rápido.
  - ° Atención de sobretensiones de origen atmosférico mediante : Pararrayos autoválvula.
- Estructuras:
- Para la subestación aérea (S.A.B.) biposte : Postes de madera nacional - tratada de 11 metros.

Punto de alimentación eléctrica.

El punto de alimentación eléctrica está indicado en el plano de redes respectivo y se identifica como la Central Hidroeléctrica, a partir de la cual se inicia la red de distribución primaria de la localidad.

Planos.

El proyecto de la referencia está constituido por planos a escala 1:1000 para las redes.

Las estructuras de la línea son descritas mediante planos elaborados en formato A-4 que se adjuntan.

Redes Eléctricas del Sub-sistema de Distribución Secundaria e Instalaciones de Alumbrado Público.

El sistema de distribución adoptado para las redes eléctricas es aéreo y sus características son:

- Sistema trifásico
- Número de hilos : 5 (Alumbrado público, neutro, servicio particular).
- Tensión 380/220 V, frecuencia 60 Hz.
- Con neutro corrido y puesto a tierra.
- Disposición de los conductores: vertical.
- Los conductores serán de cobre cableado, con aislamiento, tipo Wp, temple semiduro, de secciones normalizadas (milimétricas).
- Se usarán postes de madera nacional tratada de 8 mts.
- Puestas a tierra, mediante pozos de tierra.

Demanda Máxima de Potencia.

Redes del sub-sistema de distribución secundaria (de servicio particular).

a) Demanda Máxima por abonado doméstico.

De acuerdo al estudio del mercado eléctrico se tiene una demanda de 400 vatios por abonado doméstico. Se ha empleado un factor de simultaneidad de 0.5.

b) Demanda Máxima de cargas especiales.

Con suministro monofásico y factor de simultaneidad igual a 1.0.

DESCRIPCION	MAXIMA DEMANDA (W)
Colegio Secundario	2,900
Escuela Primaria	3,500
Consejo	1,100

Iglesia	3,000
Centro Médico	3,000

#### Redes de Alumbrado Público.

Se ha considerado para la iluminación de calles, parques y lugares públicos, artefactos de alumbrado exterior de haz dirigido con lámparas de vapor mercurio de 80 w.

El equipo auxiliar de las lámparas de vapor mercurio se alojará en el mismo artefacto.

#### Suministro de Energía Eléctrica.

Desde la sub-estación aérea, Biposte (S.A.B.) mostrada - en planos se ha previsto la distribución secundaria.

Las características de la S.A.B. son:

DENOMINACION	CAPACIDAD (KVA)	MAXIMA DEMANDA (KW)
S.A.B. "A"	1 x 100	92.04

La alimentación eléctrica de los abonados se ha previsto de preferencia por el frente de menor dimensión, considerando acometidas desde el mismo poste.

#### Planos.

El proyecto de la referencia está constituido por planos a la escala 1:1000 y son:

DENOMINACION	DESCRIPCION
RS-1	Redes de distribución secundaria de servicio particular y alumbrado público.
RS-2	Conexiones domiciliarias.



#### 2.4. BASES DE DISEÑO

Sub-sistema de Distribución Primaria.

Normas y Códigos vigentes.

Los cálculos eléctricos y mecánicos cumplen con los requisitos de:

- La norma DGE-004 B-P-1/1984 del M.E.M.
- La ley general de electricidad N° 23406 y su reglamento.
- El tomo IV del Código Nacional de Electricidad.

Parámetros considerados en el Cálculo Eléctrico:

- Máxima caída de tensión permisible: 5% de la tensión nominal en el extremo más desfavorable de la red.
- Factor de potencia : 0.9
- Factores de caída de tensión:
  - ° Mostrados en el Cuadro N° 4.1
- Cálculos de caída de tensión:
  - ° Mostrados en el Cuadro N° A.2
- Capacidad de transformación:
  - ° De acuerdo al diagrama de carga de la localidad y lo recomendado por los fabricantes.
- Capacidad de los cortacircuitos fusibles:
  - ° De acuerdo al transformador.
- Resistencia de puesta a tierra:
  - ° Mínima, 25 ohmios

Hipótesis de Cálculo Mecánico.

- Hipótesis I : Máximos esfuerzos
  - ° Temperatura : 0°C
  - ° Presión del viento : 15.12 Kg/m<sup>2</sup>
  - ° Seguridad del conductor: Esfuerzo máximo no mayor del 40% del esfuerzo de rotura.
  
- Hipótesis II : Condiciones normales
  - ° Temperatura : 14°C
  - ° Presión del viento : Nula.

Sub-sistema de Distribución Secundaria.

Cálculo Eléctrico.

- a) Los cálculos cumplen con los requisitos de:
  - ° Código Nacional de Electricidad
  - ° Norma del DGE-002-P-4/1983 del M.E.M.
  - ° Reglamento de la Ley General de Electricidad N° - 23406.
  
- b) Parámetros considerados:
  - b.1. Máxima caída de tensión permisible, 5% de la - tensión nominal en el extremo más desfavorable de la red.
  - b.2. Factor de potencia:
    - Redes de servicio particular : 0.9
    - Redes de Alumbrado Público : 0.9
  - b.3. Factor de simultaneidad:
    - Cargas para uso doméstico : 0.5
    - Cargas especiales : 1.0
    - Alumbrado Público : 1.0

b.4. Pérdidas en los equipos de vapor mercurio:

En lámparas de 80 W : 10 W

b.5. Factores de caída de tensión:

Mostrados en el Cuadro N° 4.2.

b.6. Cálculos de caída de tensión:

Mostrados en los Cuadros del N° 4.3 al 4.14.

Cálculos Mecánicos:

Mostrados en el capítulo de Cálculos Justificativos.

## CAPÍTULO 3

### ESTUDIO DEL MERCADO ELÉCTRICO

#### 3.1. PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA Y DE LA MAXIMA DEMANDA

Las proyecciones de energía y potencia se efectuarán de acuerdo a la metodología que se muestra en el apéndice "B" y en el cual se considera como año inicial de proyección 1987.

##### 3.1.1. Calificación de la localidad.

La calificación de la localidad se hace con la finalidad de reflejar la situación socio-económica y en consecuencia los probables consumos de energía eléctrica se hace en función a la cantidad de habitantes, recursos con que cuenta: usos, costumbres y apreciaciones objetivas de la zona.

Tomando en cuenta las características de la zona y de la misma localidad de Sapalache, se ha considerado ésta en la categoría "A", según la metodología de proyección de la demanda de la D.G.E. elaborado por Monenco (Montreal Electric Engineering).

##### 3.1.2. Consumo de Energía.

En el análisis y previsión de la demanda de energía, no se trata de evaluar en forma exacta y definitiva lo que acontecerá en el futuro, sino más bien de formu-

lar hipótesis de trabajos razonables con el propósito - de calcular los valores que probablemente adoptará cada una de las variables implicadas.

Bajo esta premisa se determinarán los consumos unitarios o sea consumos por abonado en cada sector y luego se calcularán las energías totales por sector.

A. Consumo del sector doméstico y alumbrado público.

- Pronóstico de la población.

El crecimiento poblacional se ha proyectado en forma exponencial, durante todo el período de análisis: 20 años, con una tasa de incremento poblacional constante. Este parámetro se ha obtenido a partir de los censos de los años 1972 y 1981, fuente ONEC.

La tasa intercensal obtenida es bastante alta, Cuadro N° 3.1, por lo que se ha asumido 6% como tasa anual de proyección.

- Pronóstico del número de viviendas.

El número de viviendas viene dada por la relación:

$$\text{N}^\circ \text{ de viviendas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de habitantes}}{\text{N}^\circ \text{ de habitantes por vivienda}}$$

El valor del denominador es de 5 habitantes por vivienda de acuerdo a las características demográfica de la población y en concordancia a la información de la ONEC.

Se ha considerado que el número de habitantes/vivienda, permanece constante durante todo el período.

do de proyección.

- Pronóstico del número de abonados domésticos.

El número de abonados domésticos resulta del producto del número de viviendas por un parámetro denominado coeficiente de electrificación (C.E.).

Este parámetro relaciona el número de abonados domésticos con el número de viviendas.

Los valores del coeficiente de electrificación se obtiene del gráfico N° 3.1, fuente D.G.E. Metodología elaborada por Monenco.

La selección de las curvas de C.E. se realizó teniendo en cuenta información de registros estadísticos y apreciaciones objetivas de la zona.

Las curvas graficadas indican lo siguiente:

CURVA I - Representa el comportamiento que tendría el coeficiente de electrificación en una localidad calificada "A" con o sin servicio en la actualidad.

CURVA II - Representa el comportamiento que tendría el C.E. en una localidad de categoría B.

CURVA III - Representa la variación del C.E. en una localidad de categoría C.

- Consumo neto de energía en los sectores doméstico y alumbrado público.

Se determina a partir del consumo unitario anual

y el número de abonados domésticos, utilizando -  
las siguientes curvas:

Ecuación de la curva	Categoría de la localidad
$Y = 269.8454 X^{0.1376}$	A y B
$Y = 173.5977 X^{0.1416}$	C

Estas curvas se expresan en forma general:

$$Y = A (X)^B$$

donde: Y = consumo unitario de energía en  
KWh/Abon.

X = número de abonados en función del  
tiempo.

A y B = constantes.

El uso de estas curvas se ha hecho en base a lo -  
recomendado en el informe "Diagnóstico de genera-  
ción y distribución a Nivel nacional" elaborado -  
por la División Técnica de la Gerencia de Explota  
ción de Electroperú para las localidades menores  
del departamento de Piura, este documento fué pre  
sentado en la octava CLER (Conferencia Latinoame-  
ricana de Electrificación Rural) en 1979.

#### B. Consumo del Sector Comercial.

- Pronóstico del número de abonados comerciales.

Se determina en base a información estadística y  
a apreciaciones de la localidad con la ayuda del  
gráfico N° 3.2, se obtiene la relación existente  
entre el número de abonados domésticos y el núme-  
ro de abonados comerciales.

		Categoría de la localidad
Curva I	A	A
Curva II	B	B
Curva III	C	C

- Consumo Unitario Comercial.

La tendencia de la relación existente entre el consumo unitario comercial y el consumo unitario doméstico, más alumbrado público, es la siguiente:

Consumo Unitario Comercial	Categoría de la localidad
1.10	A y B
1.05	C

- Consumo neto del Sector Comercial.

Resulta de multiplicar el consumo unitario comercial por el número de abonados comerciales.

C. Sector pequeña Industria Artesanal.

El consumo de este sector se ha calculado como un porcentaje de la suma del consumo doméstico y Alumbrado Público, más el consumo comercial en función a la categoría y características socio-económicas de la localidad:

% (Consumo Dom. + A.P. + Com.)	Categoría de la localidad
10%	A y B
5%	C

D. Sector Cargas Especiales.

El consumo por este concepto está determinado como un porcentaje del consumo doméstico y alumbrado público



más el consumo comercial.

Correspondiendo a la localidad de Sapalache un 5% por ser de categoría "A"; para la categoría B se aplica - también un 5% y un 3% para localidades tipo C.

E. Consumo neto total de energía o energía facturada.

Es la que se obtiene de sumar aritméticamente los consumos anteriormente estimados.

F. Energía total o consumo bruto total de energía.

Resulta de adicionar al consumo neto total las correspondientes pérdidas de energía. Estas pérdidas a ni vel de distribución se encuentran dividiendo la ener gía facturada entre la diferencia de la unidad y el factor de pérdidas y multiplicando dicho resultado - por el factor de pérdidas:

$$E_p = \frac{f.p. \cdot E_f}{(1 - f.p)}$$

donde : f.p. = factor de pérdidas

$E_f$  = energía facturada (KW-h)

$E_p$  = energía de pérdidas en distribución (KW-h).

Se ha considerado f.p. = 0.13 que es un valor obteni- do de estadísticas en sistemas de distribución eficien tes a nivel nacional para localidades similares.

### 3.1.3. Máxima Demanda de Potencia.

La máxima demanda de potencia se obtiene al rela- cionar el consumo bruto de energía y el número de horas -

de utilización de la máxima demanda.

Los rangos entre los que se consideran, varían linealmente, las horas de utilización son:

Categoría de la localidad	Horas de utilización
A	1,700 - 2,200
B	1,500 - 1,800
C	1,200 - 1,400

Las horas de utilización se han asumido en base a factores de carga de localidades similares a las del área del proyecto (Ejemplo: Ayabaca, Huancabamba, Morropon, Canchaque, Santo Domingo en el departamento de Piura). En el Anexo "B" se incluye un diagrama de carga típico:

En el cuadro N° 3.2 se incluye la proyección del consumo de energía y de la máxima demanda correspondiente a la localidad de Sapalache en el horizonte de proyección escogido.

CUADRO N° 3.1

Censos 1972 y 1981

Año	1972	1981
Hab.	120	303
Hab/Viv.	-	5

Fuente: ONEC

$$P_f = P_o (1 + t)^m$$

$$\% t = 100 \left| \left( \frac{P_f}{P_o} \right)^{1/n} - 1 \right|$$

$$\% t = 10.83 (\%)$$

CUADRO N° 3.2

PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA Y DE LA MAXIMA DEMANDA

Localidad : Sapalache Provincia : Huancabamba  
 Distrito : Carmen de la Frontera Departamento: Piura

A Ñ O S	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Población	430 770	456 816	483 865	512 917	543 972	575 1030
Número de familias (Viviendas)	86 154	91 163	97 173	102 183	109 194	115 205
Coefficiente de elec trificación	0.4 0.715	0.4 0.72	0.4 0.725	0.46 0.73	0.52 0.74	0.57 0.75
Número de abonados domésticos	34 110	36 117	39 125	47 134	57 144	66 155
Consumo doméstico y Alumbrado Público (KW-h)	14905 56677	15906 60797	17422 65548	21542 70943	26829 76996	31698 83721
Consumo comercial (KW-h)	1366 8906	1458 9553	1597 10300	1974 11148	2683 12099	3487 13156
Consumo pequeña in dustria-artesanal (KW-h)	1627 6558	1736 7035	1902 7585	2352 8209	2951 8910	3519 9688
Consumo cargas espe ciales (KW-h)	814 3279	868 3518	951 3792	1176 4105	1476 4456	1759 4844

Continuación de Cuadro N° 3.2 . . . .

A Ñ O S	1987	1988	1989	1990	1991	1992
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energía facturada (KW-h)	18712 75420	19968 80903	21872 87225	27044 94405	33939 102460	40463 111409
Pérdidas de energía (KW-h)	2807 11313	2995 12135	3281 13084	4057 14161	5091 15369	6069 16711
Energía total (KW-h)	21519 86733	22963 93038	25153 100309	31101 108567	39030 117829	46532 128120
Horas de utilización	1700 1963	1726 1989	1753 2016	1779 2042	1805 2068	1832 2095
Máxima demanda total (KW)	12.7 44.2	13.3 46.8	14.3 49.8	17.5 53.2	21.6 57	25.4 61.2

Continuación de Cuadro N° 3.2 ...

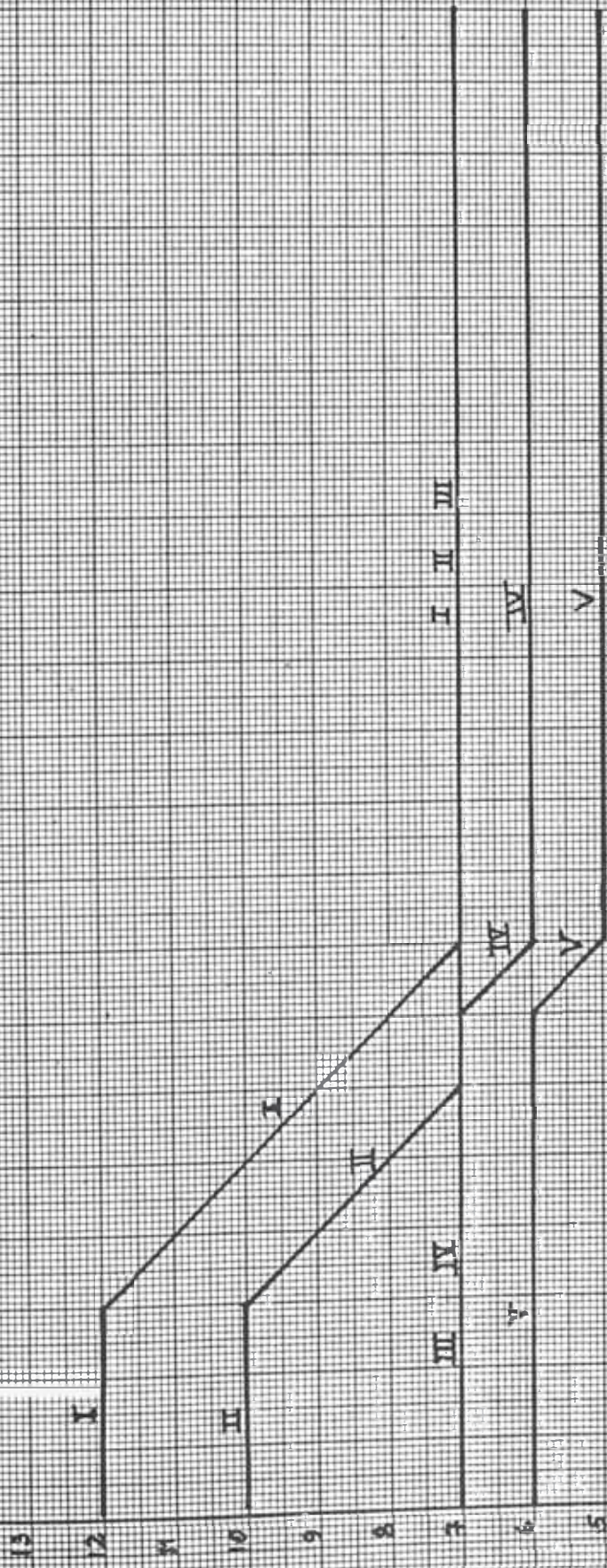
A Ñ O S	1993 2003	1994 2004	1995 2005	1996 2006
Población	610 1092	647 1158	685 1227	726 1301
Número de familias (Viviendas)	122 218	129 232	137 245	145 260
Coefficiente de elec- trificación	0.64 0.76	0.69 0.77	0.70 0.78	0.71 0.80
Número de abonados domésticos	78 166	89 179	96 191	103 208
Consumo doméstico y Alumbrado Público (KW-h)	38332 90513	44539 98619	48545 106174	52592 116989
Consumo comercial (KW-h)	4685 14223	6124 15497	7629 16684	8264 18384
Consumo pequeña in- dustria artesanal (KW-h)	4302 10474	5066 11412	5617 12286	6086 13537
Consumo cargas espe- ciales (KW-h)	2151 5237	2533 5706	2809 6143	3043 6769

Continuación de Cuadro N° 3.2 ..

A Ñ O S	1993 2003	1994 2004	1995 2005	1996 2006
Energía facturada (KW-h)	49470 120447	58262 131234	64600 141287	69985 155679
Pérdidas de ener- gía (KW-h)	7421 18067	8739 19685	9690 21193	10498 23352
Energía total (KW-h)	56891 138514	67001 150919	74290 162480	80483 179031
Horas de utiliza- ción	1858 2121	1884 2147	1911 2174	1937 2200
Máxima demanda to- tal (KW)	30.6 65.3	35.6 70.3	38.9 74.7	41.6 81.4

# GRAFICO Nº 3-2

Nº ABONADOS DOM.  
Nº ABONADOS EXTERC.



LOCALIDAD CATEG. A = CURVA I  
 LOCALIDAD CATEG. B = CURVA I-III  
 LOCALIDAD CATEG. C = CURVA IV-V

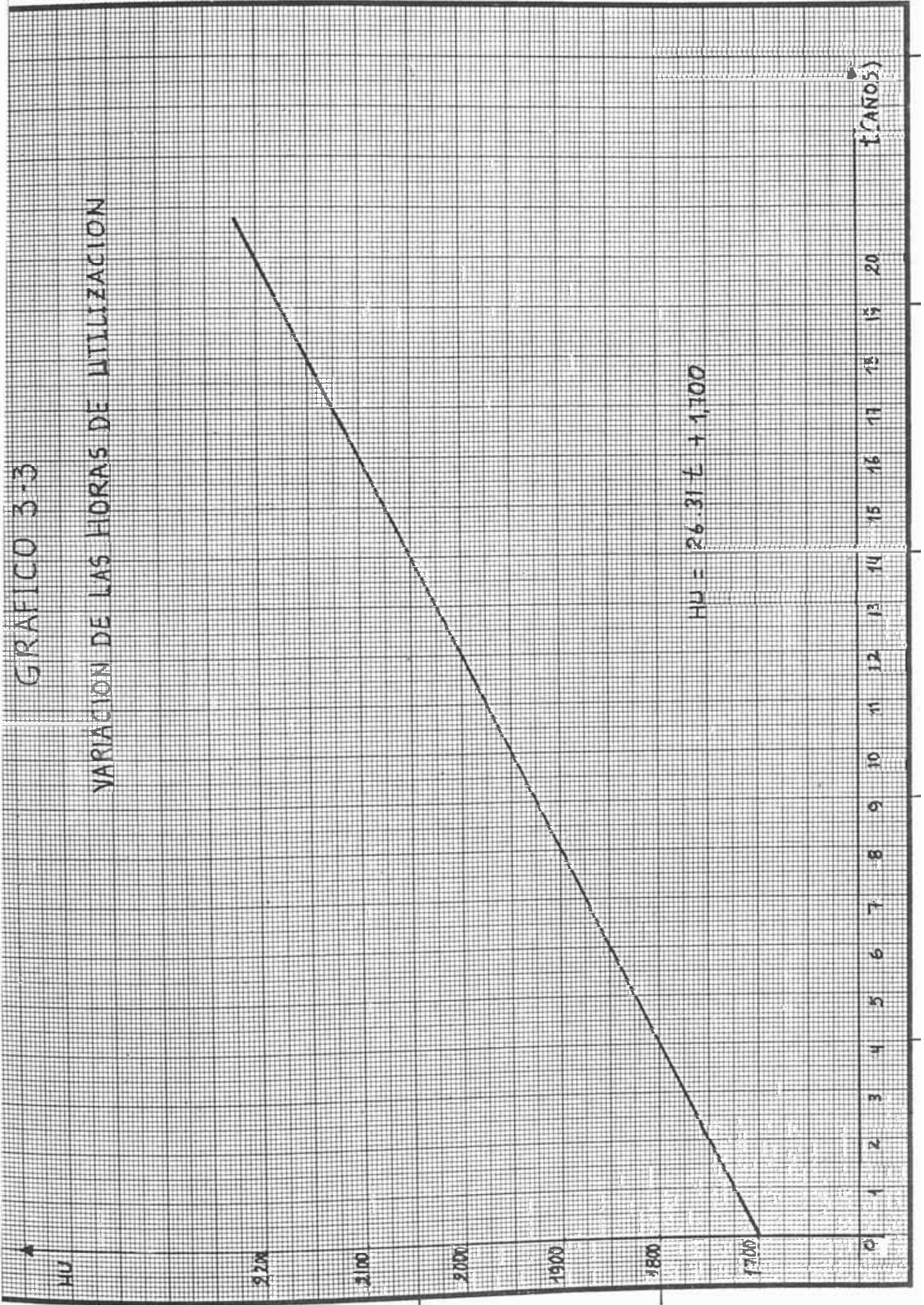
FUENTE: DIGE

± (AÑOS)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

# GRÁFICO 3-3

## VARIACION DE LAS HORAS DE UTILIZACION



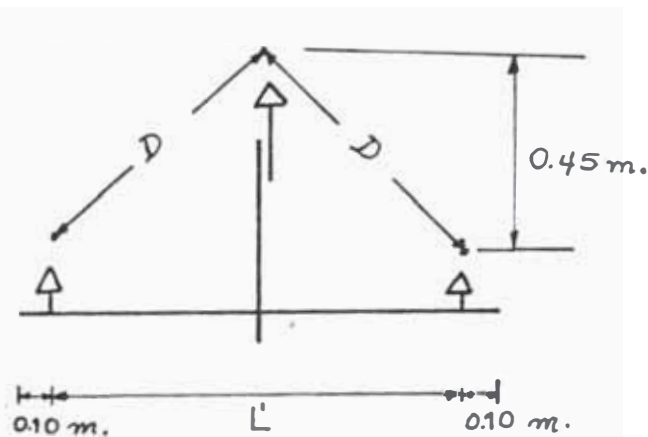


## CAPITULO 4

### CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

#### 4.1. CALCULO ELECTRICO DEL SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA

a) Dimensionamiento de las estructuras.



Según el C.N.E. Tomo IV.

Para conductores menores de  $35 \text{ mm}^2$ :

$$D \geq 0.0076 U_n + 0.65 \sqrt{f_{35} - 0.60}$$

donde: D : Distancia mínima entre fases

$U_n$  : Tensión entre fases en Kv = 10 Kv

f : Flecha a  $35^\circ\text{C}$  = 1.235 m (Cuadro N° 5.3)

Realizado los cálculos se obtiene  $D \geq 0.594 \text{ m}$ , elegimos crucetas de longitud normalizada  $L = 1.20 \text{ m}$  y un distanciamiento vertical =  $0.45 \text{ m}$ , con lo que resulta  $D = 0.672 \text{ m}$

$$D_m = \sqrt[3]{D \times D \times L}$$

$$D_m = \sqrt[3]{0.672 \times 0.672 \times 1}$$

$$D_m = 0.7672 \text{ m}$$

donde:  $D_m$  = Distancia media geométrica

b) Cálculo de parámetros.

- Inductancia (L):

$$L = (0.05 + 0.4605 \log \frac{D_m}{r_e}) \times 10^{-3} \text{ Hr/Km}$$

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

donde  $S$  : Sección del conductor en  $\text{mm}^2$

$r_e$  : Radio equivalente

- Reactancia inductiva (X) :

$$X = 2 \pi f L$$

$$X = 0.376992 (0.05 + 0.4605 \log \frac{D_m}{r_e}) \Omega/\text{Km}$$

Resistencia (R):

Se considera que la máxima temperatura de operación del conductor será  $50^\circ\text{C}$ , en consecuencia la resistencia se calcula con:

$$R_{50^\circ\text{C}} = R_{20^\circ} (1 + \alpha \Delta t)$$

donde  $\alpha$ : Coeficiente de resistividad térmica del conductor de aleación de aluminio ( $0.0036 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ )

$\Delta t$  : Incremento de temperatura ( $30^\circ\text{C}$ )

- Caída de tensión:

$$\Delta V (\%) = \frac{P \times L}{10 V^2} \times FCT$$

$$FCT = (R + X \operatorname{tg} \phi)$$

donde

- P : Potencia total en KW  
 L : Longitud del tramo en Km  
 FCT : Factor de caída de tensión  
 V : Tensión entre fase y fase (10 Kv), en Kv  
 $\phi$  : Angulo del factor de potencia

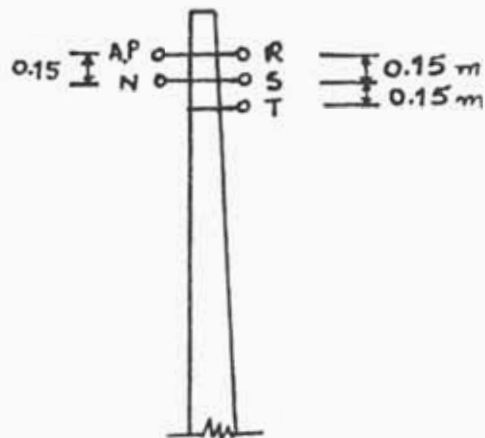
En el Cuadro N° 4.1 se muestran las características y parámetros eléctricos para el conductor de aleación de aluminio.

CUADRO N° 4.1

CALIBRE METRICO		16
mm <sup>2</sup>		
R <sub>20°C</sub>	Ω/Km	2.150
R <sub>50°C</sub>	Ω/Km	2.382
D <sub>m 3φ</sub>	m	0.7677
X	Ω/Km	0.4580
r <sub>e</sub>	m	0.002256
FCT		2.7259

#### 4.2. CALCULOS ELECTRICOS DEL SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA

El sistema adoptado será el 380/220 V con neutro - corrido, 5 hilos la disposición de los conductores, es - la siguiente:



La caída de tensión se determina:

$$\Delta V = P \times L \times \text{FCT} \dots \text{(voltios)}$$

donde P : Potencia total (KW),

L : Longitud del tramo en (m)

FCT : Factor de caída de tensión del conductor

El F.C.T. se obtiene:

$$\text{FCT}_{3\phi} = \frac{R \cos\phi + X_{3\phi} \text{Sen}\phi}{\sqrt{3} V \text{Cos}\phi} \quad \text{para servicio particular}$$

$$\text{FCT}_{1\phi} = \frac{R \cos\phi + X_{1\phi} \text{Sen}\phi}{V \text{Cos}\phi} \quad \text{para alumbrado público}$$

se considera que el sistema no supera el 10% de desequilibrio entre voltajes de fases.

R : Resistencia del conductor a la temperatura máxima de operación (50°C)

X : Reactancia de los conductores

V : Tensión de operación

$\phi$  : Angulo del factor de potencia

La resistencia a la máxima temperatura de operación se -  
calcula:

$$R_{50^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} (1 + \alpha \Delta t)$$

donde

$R_{20^{\circ}\text{C}}$  : Resistencia dada por el fabricante a  
20°C

$R_{50^{\circ}\text{C}}$  : Resistencia calculada a 50°C

$\alpha$  : Coeficiente de resistividad térmica para  
el cobre ( $0.00384^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

$\Delta t$  : Incremento de temperatura (30°C)

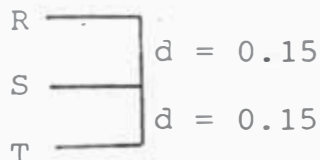
- La reactancia viene dada por la siguiente expresión:

$$X_{3\phi} = 0.376992 \left( 0.05 + 0.4605 \log \frac{D_m 3\phi}{r_e} \right)$$

$$X_{1\phi} = 0.376992 \left( 0.05 + 0.4605 \log \frac{D_m 1\phi}{r_e} \right)$$

$$D_{m3\phi} = \sqrt[3]{d \times d \times 2d}$$

$$D_{m3\phi} = 0.189$$



$D_m$  = Diámetro medio geométrico

$r_e$  = Radio equivalente (m)

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

$S$  = Sección del conductor en ( $\text{mm}^2$ )

En el Cuadro siguiente se muestran las características  
y valores de los F.C.T.

CUADRO N° 4.2

## CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS CONDUCTORES TIPO WP

Calibre métrico mm <sup>2</sup>	16	10	6
R <sub>20°C</sub> (Ω/Km)	1.7	1.86	3.13
R <sub>50°C</sub> (Ω/Km)	1.304	2.074	3.490
D <sub>m 3Ø</sub> (m)	0.1889	0.1889	0.1889
D <sub>m 1Ø</sub> (m)	0.150	0.150	0.150
r <sub>e</sub> (m)	2.25 x 10 <sup>-3</sup>	2.25 x 10 <sup>-3</sup>	1.38 x 10 <sup>-3</sup>
X <sub>3Ø</sub> (Ω/Km)	0.3528	0.3705	0.3897
X <sub>1Ø</sub> (Ω/Km)	0.3355	0.3531	0.3723
FCT <sub>3Ø</sub>	0.003871	0.005914	0.009654
FCT <sub>1Ø</sub>	0.00666	0.0102	0.01668

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPALACHE

DEPARTAMENTO DE PIURA

HOJA N° 4-3

PROYECTO : —

HECHO POR : M.H.A.

FECHA :

SUB ESTACION : SAB

CIRCUITO: C-1\_s.p.  A.P.  RAMAL:

SUB RAMAL:

REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F.S.	POT. S. P. ( KW )	POT. C. E. ( KW )	Σ POT. C. E. ( KW )	POT. TOTAL ( KW )	S ( mm <sup>2</sup> )	L ( mts )	Ay ( volt )	Σ A ( volt )
1	2	192	0.5	38.4	-	9.5	47.9	16	23	4.26	4.26
2	2	65	0.5	13	-	9.5	22.5	16	35	3.01	7.27
3	3	63	0.5	12.6	-	9.5	22.1	16	30	2.57	9.84
4	1	60	0.5	12	3	9.5	21.5	16	30	2.5	12.34
5	1	54	0.5	10.8	3	6.5	17.3	16	10	0.67	13.01
6	2	16	0.5	3.2	-	3.5	6.7	16	30	0.78	13.79
7	1	14	0.5	2.8	3.5	3.5	6.3	16	30	0.73	14.52
8	3	10	0.5	2	-	-	2	6	30	0.58	15.1
9	3	7	0.5	1.4	-	-	1.4	6	37	0.5	15.6
10	1	4	0.5	0.8	-	-	0.8	6	32	0.25	15.85
11	2	3	0.5	0.6	-	-	0.6	6	25	0.14	15.99
12	1	1	0.5	0.2	-	-	0.2	6	28	0.05	16.04
4.1	4	5	0.5	1	-	-	1	6	25	0.24	
4.2	1	1	0.5	0.2	-	-	0.2	6	25	0.05	

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPALACHE  
DEPARTAMENTO DE PIURA

HECHO POR : M.H.A

FECHA : \_\_\_\_\_

HOJA N° 4-4

PROYECTO

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-1 s.p.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F.S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	Σ POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	(mts)	Ay (volt)	Σ Ay (volt)
5.1	4	37	0.5	7.4	-	-	7.4	16	25	0.72	13.73
5.2	3	33	0.5	6.6	-	-	6.6	16	22	0.56	14.29
5.3	3	30	0.5	6.0	-	-	6.0	16	30	0.70	14.99
5.4	2	24	0.5	4.8	-	-	4.8	16	27	0.50	15.49
5.5	2	20	0.5	4.0	-	-	4.0	16	25	0.39	15.88
5.6	2	18	0.5	3.6	-	-	3.6	16	30	0.42	16.3
5.7	2	8	0.5	1.6	-	-	1.6	10	31	0.29	16.59
5.8	2	6	0.5	1.2	-	-	1.2	10	30	0.21	16.8
5.9	2	4	0.5	0.8	-	-	0.8	10	30	0.14	16.94
5.10	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	10	27	0.06	17
5.3a	2	3	0.5	0.6	-	-	0.6	6	25	0.14	15.13
5.3b	1	1	0.5	0.2	-	-	- 0.2	6	25	0.05	15.18
5.4a	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6			



ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPALACHE

DEPARTAMENTO DE PIURA

4-5

HECHO POR M.H.A FECHA : \_\_\_\_\_ HOJA N° \_\_\_\_\_

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-1 s.p.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: \_\_\_\_\_ R.O.V.

UNTO	N	Σ N	F. S.	POT. S. P. ( KW )	POT. C. E. ( KW )	Σ POT. C. E. ( KW )	POT. TOTAL ( KW )	S ( mm <sup>2</sup> )	( mts )	Ay ( volt )	Σ Ay ( volt )
5.6a	2	8	0.5	1.6	-	1.6	1.6	10	25	0.24	16.54
5.6b	2	6	0.5	1.2	-	1.2	1.2	10	30	0.21	16.75
5.6c	2	4	0.5	0.8	-	0.8	0.8	10	35	0.17	16.92
5.6d	2	2	0.5	0.4	-	0.4	0.4	10	35	0.08	17
7.1	2	3	0.5	0.6	-	0.6	0.6	6	25	0.14	14.66
7.2	1	1	0.5	0.2	-	0.2	0.2	6	25	0.05	14.71

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPALACHE

PROYECTO : DEPARTAMENTO DE PIURA

HECHO POR : M.H.A.

FECHA :

HOJA N° 4-6

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-1 S.P.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F. S.	POT. S. P. ( KW )	POT. C. E. ( KW )	Σ POT. C. E. ( KW )	POT. TOTAL ( KW )	S ( mm <sup>2</sup> )	L ( mts )	Ay ( volt )	Σ Ay ( volt )
1.1	4	54	0.5	10.8	-	-	10.8	6	25	2.6	6.86
1.2	1	50	0.5	10	-	-	10	6	23	2.22	9.08
1.3	2	35	0.5	7.0	-	-	7.0	6	13	0.88	9.96
1.4	2	33	0.5	6.6	-	-	6.6	6	33	2.10	12.06
1.5	2	24	0.5	4.8	-	-	4.8	6	30	1.39	13.45
1.6	2	22	0.5	4.4	-	-	4.4	6	33	1.4	14.85
1.7	3	20	0.5	4	-	-	4	6	30	1.16	16.01
1.8	4	5	0.5	1	-	-	1	6	25	0.24	16.25
1.9	1	1	0.5	0.2	-	-	0.2	6	23	0.044	16.30
1.7a	4	12	0.5	2.4	-	-	2.4	6	25	0.58	16.59
1.7b	2	8	0.5	1.6	-	-	1.6	6	25	0.39	16.98
1.7c	2	6	0.5	1.2	-	-	1.2	6	25	0.29	17.27
1.7d	2	4	0.5	0.8	-	-	0.8	6	30	0.23	17.5
1.7e	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	28	0.11	17.61

SUB ESTACION : SAB    CIRCUITO : C-1    S.P.  A.P.  RAMAL : \_\_\_\_\_ SUB RAMAL : \_\_\_\_\_ REVIZADO POR : R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F. S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	Σ POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	(mm <sup>2</sup> )	(mts)	Ay (volt)	Σ Ay (volt)
1.4a	4	7	0.5	1.4	-	-	1.4	6	23	0.31	12.37
1.4b	3	3	0.5	0.6	-	-	0.6	6	25	0.14	12.51
1.3'	-	6	0.5	1.2	-	-	1.2	6	25	0.29	9.37
1.4'	2	6	0.5	1.2	-	-	1.2	6	23	0.27	9.64
1.4a'	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	35	0.14	9.78
1.5'	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	30	0.12	9.76
1.2a	2	8	0.5	1.6	-	-	1.6	6	35	0.54	9.62
1.2b	-	6	0.5	1.2	-	-	1.2	6	25	0.29	9.91
1.2c	2	6	0.5	1.2	-	-	1.2	6	30	0.35	10.26
1.2d	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	37	0.14	10.4
1.2e	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	23	0.09	10.35

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPALACHE  
DEPARTAMENTO DE PIURA

HECHO POR M.H.A. FECHA : \_\_\_\_\_ HOJA No 4-8

PROYECTO

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-1 S.P.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V. \_\_\_\_\_

PUNTO	N	Σ N	F.S.	POT. S. P. (KW)	POT. S.E. (KW)	Σ POT. C.E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	Σ A (vol)
2'	4	71	0.5	14.2	-	-	14.2	10	25	2.1	6.36
3'	2	67	0.5	13.4	-	-	13.4	10	25	1.98	8.34
4'	2	32	0.5	6.4	-	-	6.4	10	22	0.83	9.17
5'	3	26	0.5	5.2	-	-	5.2	10	30	0.92	10.09
6'	3	23	0.5	4.6	-	-	4.6	10	30	0.82	10.91
7'	2	14	0.5	2.8	-	-	2.8	6	35	0.95	11.86
8'	2	12	0.5	2.4	-	-	2.4	6	36	0.83	12.69
9'	2	10	0.5	2.0	-	-	2.0	6	35	0.68	13.37
10'	2	8	0.5	1.6	-	-	1.6	6	35	0.54	13.91
11'	2	6	0.5	1.2	-	-	1.2	6	32	0.37	14.28
12'	2	4	0.5	0.8	-	-	0.8	6	30	0.23	14.51
13'	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	25	0.10	14.61
6'a	2	6	0.5	1.2	-	-	1.2	6	35	0.41	11.32
6'b	2	4	0.5	0.8	-	-	0.8	6	38	0.29	-11.61
6'c	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	27	0.10	11.71

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPALACHE

DEPARTAMENTO DE PIURA

HECHO POR M.H.A. FECHA :

HOJA N° 4-10

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO : C-1 S.P.  $\otimes$  A.P.  $\Omega$  RAMAL : SUB RAMAL : REVIZADO POR R.O.V.

UNTO	N	$\Sigma$ N	F. S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	$\Sigma$ POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	$\Sigma$ Ay (volt)
'2	2	6	0.5	1.2	-	-	1.2	6	35	0.41	13.19
'3	2	4	0.5	0.8	-	-	0.8	6	35	0.27	13.46
3'4	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	35	0.14	13.6
3'5	4	4	0.5	0.8	-	-	0.8	6	35	0.27	13.05

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE PIURA  
DEPARTAMENTO DE PIURA

4-11

HOJA N°

PROYECTO :

HECHO POR : M.H.A. FECHA : \_\_\_\_\_

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-2 S.P.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F. S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	Σ POT. C. E. (KW)	POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	Σ Ay (volt)
	5	135	0.5	27	4	4	4	31	16	40	4.8	4.8
2	2	130	0.5	26	-	-	-	26	16	35	3.52	8.32
3	1	128	0.5	25.6	-	-	-	25.6	16	20	1.98	10.3
4	3	55	0.5	11	-	-	-	11	16	30	1.28	11.58
5	2	52	0.5	10.4	-	-	-	10.4	16	34	1.37	12.95
6	2	37	0.5	7.4	-	-	-	7.4	16	30	0.86	13.81
7	1	35	0.5	7	-	-	-	7	16	30	0.81	14.62
8	5	20	0.5	4	-	-	-	4	10	37	0.88	15.5
9	5	15	0.5	3	-	-	-	3	10	33	0.59	16.09
10	1	10	0.5	2	-	-	-	2	10	30	0.35	16.44
11	2	4	0.5	0.8	-	-	-	0.8	10	32	0.15	16.59
12	2	2	0.5	0.4	-	-	-	0.4	10	27	0.064	16.65
10.1	5	5	0.5	1	-	-	-	1	6	35	0.34	16.78

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPALACHE  
DEPARTAMENTO DE PIURA

HOJA No 4-12

HECHO POR : M.H.A

FECHA : \_\_\_\_\_

PROYECTO :

B. ESTACION : SAB CIRCUITO: C-2 s.p.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

UNTO	N	Σ N	F. S.	POT. S. P. ( KW )	POT. C. E. ( KW )	POT. C. E. ( KW )	POT. TOTAL ( KW )	S ( mm <sup>2</sup> )	L ( mts )	Ay ( volt )	Σ Ay ( volt )
7.1	5	14	0.5	2.8	-	-	2.8	6	25	0.68	15.3
7.2	3	9	0.5	1.8	-	-	1.8	6	25	0.43	15.73
7.3	1	4	0.5	0.8	-	-	0.8	6	25	0.19	15.92
7.4	2	3	0.5	0.6	-	-	0.6	6	30	0.17	16.09
7.5	1	1	0.5	0.2	-	-	0.2	6	32	0.062	16.15
7.2a	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	20	0.08	15.81
5.1	4	13	0.5	2.6	-	-	2.6	6	25	0.63	13.58
5.2	5	9	0.5	1.8	-	-	1.8	6	30	0.52	14.1
5.3	2	4	0.5	0.8	-	-	0.8	6	27	0.21	14.31
5.4	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	35	0.14	14.45
3.1	4	26	0.5	5.2	-	-	5.2	6	25	1.25	11.55
3.2	5	22	0.5	4.4	-	-	4.4	6	25	1.06	12.61
3.3	5	12	0.5	2.4	-	-	2.4	6	33	0.76	13.37

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPALACHE  
DEPARTAMENTO DE PIURA

MOJA N° 4-13

PROYECTO

M.H.A. FECHA :

HECHO POR

REVIZADO POR R.O.V.

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-2 s.p.  A.P.  RAMAL : SUB RAMAL :

UNTO	N	Σ N	F.S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	Σ POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	(mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	Σ A (volt)
3.4	3	7	0.5	1.4	-	-	1.4	6	35	0.47	13.84
3.5	4	4	0.5	0.8	-	-	0.8	6	35	0.27	14.11
3.2a	3	5	0.5	1	-	-	1	6	30	0.29	12.9
3.2b	2	2	0.5	6	-	-	0.4	6	30	0.12	13.02
3.2c	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-
3'1	8	46	0.5	9.2	-	-	9.2	16	30	1.07	11.37
3'2	4	38	0.5	7.6	-	-	7.6	16	40	1.18	12.55
3'3	5	34	0.5	6.8	-	-	6.8	16	40	1.05	13.6
3'4	4	20	0.5	4	-	-	4	16	25	0.39	13.99
3'5	1	16	0.5	3.2	-	-	3.2	16	25	0.31	14.3
3'6	4	7	0.5	1.4	-	-	1.4	16	30	0.41	14.71
3'7	3	3	0.5	0.6	-	-	0.6	16	30	0.17	14.88
3'8	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-



ELECTRIFICACION DE LA LÓCALIDAD DE SAPALACHE  
DEPARTAMENTO DE PIURA

HOJA N° 4-14

HECHO POR : M.H.A. FECHA :

PROYECTO :

STACION : SAB CIRCUITO: C-2 S.P.  A.P.  RAMAL:        SUB RAMAL:        REVIZADO POR: R.O.V.

UNTO	N	Σ N	F.S.	POT. S. P. ( KW )	POT. C.E. ( KW )	Σ POT. C.E. ( KW )	POT. TOTAL ( KW )	S ( mm <sup>2</sup> )	L ( mts )	Ay ( volt )	Σ Ay ( volt )
'3a	4	9	0.5	1.8	-	-	1.8	6	30	0.52	14.12
'3b	2	5	.0.5	1	-	-	1	6	27	0.26	14.38
3'3c	1	3	0.5	0.6	-	-	0.6	6	27	0.16	14.54
3'3d	2	2	0.5	0.4	-	-	0.4	6	40	0.15	14.69
'5a	5	8	0.5	1.6	-	-	1.6	6	35	0.54	14.84
'5b	3	3	0.5	0.6	-	-	0.6	6	35	0.20	15.04

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPA-  
LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

ROYECTO

HECHO POR : M.H.A.

FECHA : \_\_\_\_\_

HOJA N°

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-3 S.P.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F.S.	POT. S.P. (KW)	POT. C.E. (KW)	Σ POT. C.E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	Σ Ay (volt)
1	1	94	1	8.46	-	-	8.46	10	23	1.98	1.98
2	1	32	1	2.88	-	-	2.88	10	35	1.03	3.01
4	1	31	1	2.79	-	-	2.79	10	30	0.83	4.69
5	1	30	1	2.7	-	-	2.7	10	10	0.25	4.94
6	1	27	1	2.43	-	-	2.43	6	30	0.41	5.31
7	1	9	1	0.81	-	-	0.81	6	30	0.36	5.71
8	1	8	1	0.72	-	-	0.72	6	30	0.23	5.94
9	1	5	1	0.45	-	-	0.45	6	30	0.22	6.16
10	1	4	1	0.36	-	-	0.36	6	37	0.14	6.3
11	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	32	0.08	6.38
12	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	25	0.04	6.42
4.1	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	28	0.08	4.77
4.2	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	25	0.04	4.81

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPA-  
 PROYECTO : LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

HOJA N° 2

HECHO POR : M.H.A. FECHA :

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-3 S.P.  $\Omega$  A.P.  $\otimes$  RAMAL: SUB RAMAL: REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	$\Sigma$ N	F. S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	$\Sigma$ POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	$\Sigma$ Ay (volt)
5.1	1	17	1	1.53	-	-	1.53	6	25	0.64	5.58
5.2	1	16	1	1.44	-	-	1.44	6	22	0.53	6.11
5.3	1	15	1	1.35	-	-	1.35	6	30	0.68	6.79
5.4	1	12	1	1.08	-	-	1.08	6	27	0.49	7.28
5.5	1	10	1	0.9	-	-	0.9	6	25	0.38	7.66
5.6	1	9	1	0.81	-	-	0.81	6	30	0.41	8.07
5.7	1	4	1	0.36	-	-	0.36	6	31	0.19	8.26
5.8	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	30	0.14	8.4
5.9	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	30	0.09	8.49
5.10	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	27	0.04	8.53
5.3a	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	25	0.08	6.87
5.3b	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	25	0.04	6.91
5.4a	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	38	0.06	7.34

ELÉCTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPA-  
LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

HOJA N° 3

HECHO POR : M.H.A FECHA : \_\_\_\_\_

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-3 s.p.  $\Omega$  A.P.  $\otimes$  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	$\Sigma$ N	F.S.	POT. S. P. ( KW )	POT. C. E. ( KW )	$\Sigma$ POT. C. E. ( KW )	POT. TOTAL ( KW )	S ( mm <sup>2</sup> )	L ( mts )	Ay ( volt )	$\Sigma$ Ay ( volt )
5.6a	1	4	1	0.36	-	-	0.36	6	25	0.15	8.22
5.6b	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	30	0.14	8.36
5.6c	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	35	0.11	8.47
5.cd	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	35	0.05	8.52
7.1	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	25	0.08	5.79
7.2	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	25	0.04	5.83

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPA-  
LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

MOJA N° 4

HECHO POR : M.H.A

FECHA :

N : SAB CIRCUITO: C-3 S.P.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

	Σ N	F. S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	Σ A (volt)
	1	1	0.09	-	-	0.09	6	30	0.05	2.61
	15	1	1.35	-	-	1.35	10	30	0.41	2.51
	14	1	1.26	-	-	1.26	10	33	0.42	2.93
	8	1	0.72	-	-	0.72	6	30	0.36	3.29
	7	1	0.63	-	-	0.63	6	28	0.29	3.58
	6	1	0.54	-	-	0.54	6	30	0.27	3.85
	5	1	0.45	-	-	0.45	6	30	0.23	4.08
	2	1	0.18	-	-	0.18	6	31	0.09	4.17
	1	1	0.09	-	-	0.09	6	30	0.05	4.22
	2	1	0.18	-	-	0.18	6	35	0.11	4.19
	1	1	0.09	-	-	0.09	6	35	0.05	4.24
	5	1	0.45	-	-	0.45	6	25	0.19	3.12
	3	1	0.27	-	-	0.27	6	35	0.16	3.28

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAREP  
LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

MOJA N° 5

HECHO POR : M.H.A

FECHA : \_\_\_\_\_

PROYECTO :

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-3 s.p.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F. S.	POT. S. P. ( KW )	POT. C. E. ( KW )	Σ POT. C. E. ( KW )	POT. TOTAL ( KW )	S ( mm <sup>2</sup> )	L ( mts )	Ay ( volt )	( vol )
2"	1	31	1	2.79	-	-	2.79	10	25	0.71	0.41
3'	1	30	1	2.7	-	-	2.7	10	25	0.69	2.1
4'	1	14	1	1.26	-	-	1.26	6	22	0.46	2.56
5'	1	12	1	1.08	-	-	1.08	6	30	0.54	3.1
6'	1	11	1	0.99	-	-	0.99	6	30	0.5	3.6
7'	1	7	1	0.63	-	-	0.63	6	35	0.37	3.97
8'	1	6	1	0.54	-	-	0.54	6	36	0.32	4.29
9'	1	5	1	0.45	-	-	0.45	6	35	0.26	4.55
10'	1	4	1	0.36	-	-	0.36	6	35	0.21	4.76
11'	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	32	0.14	4.9
12'	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	30	0.09	4.99
13	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	25	0.04	5.03
6'a	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	35	0.16	3.76
6'b	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	38	0.11	3.87
6'c	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	27	0.04	3.91

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE  
LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

MOJA N° 6

HECHO POR : M.H.A FECHA

PROYECTO

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO : C-3 S.P.    A.P.    RAMAL :    SUB RAMAL :    REVIZADO POR : R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F.S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	(mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	Σ A (volt)
3'3	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	35	0.11	3.3
3'4	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	35	0.05	3.44
3'1a	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	35	0.05	3.17
1.1	1	30	1	2.7	-	-	2.7	6	25	1.13	1.83
1.2	1	29	1	2.61	-	-	2.61	6	23	1.00	2.83
1.3	1	16	1	1.44	-	-	1.44	6	13	0.31	3.14
1.4	1	13	1	1.17	-	-	1.17	6	33	0.64	3.78
1.5	1	10	1	0.9	-	-	0.9	6	30	0.45	4.23
1.6	1	9	1	0.81	-	-	0.81	6	33	0.45	4.68
1.7	1	8	1	0.72	-	-	0.72	6	30	0.36	5.04
1.8	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	25	0.08	5.12
1.9	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	23	0.03	5.15

ELECTRIFICACION DE LA LINEA DE TRANSMISION DE LA  
LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

PROYECTO

HECHO POR : M.H.A FECHA

HOJA N°

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-3 s.p.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F.S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	Σ POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	Σ Ay (volts)
1.7a	1	5	1	0.45	-	-	0.45	6	25	0.19	5.63
1.7b	1	4	1	0.36	-	-	0.36	6	25	0.15	5.38
1.7c	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	25	0.11	5.49
1.7d	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	30	0.09	5.58
1.7e	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	28	0.04	5.62
1.4a	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	23	0.07	3.85
1.4b	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	25	0.04	3.89
1.3a	2	2	1	0.18	-	-	0.18	6	23	0.07	3.21
1.2a	1	5	1	0.45	-	-	0.45	6	35	0.26	3.09
1.2b	1	4	1	0.36	-	-	0.36	6	25	0.15	3.24
1.2c	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	30	0.14	3.38
1.2d	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	37	0.06	3.44
1.2e	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	23	0.03	3.41



ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPA-  
LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

PROYECTO : LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA      HECHO POR : M.H.A.      FECHA : \_\_\_\_\_      HOJA N° 8

SUB ESTACION : SAB      CIRCUITO: C-3      S.P.  A.P.       RAMAL: \_\_\_\_\_      SUB RAMAL: \_\_\_\_\_      REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F.S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	(mts)	Ay (volt)	Σ Ay (volt)
1.3'	2	7	1	0.63	-	-	-	6	25	0.26	3.9
1.4'	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	23	0.10	3.19
'	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	30	0.05	3.24
1.4'a	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	35	0.05	3.24
1.3a	2	2	1	0.18	-	-	0.18	6	30	0.09	3.18

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPA -  
LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

HECHO POR : M.H.A

HOJA N°

9

PROYECTO : \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_  
SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-3 S.P.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

UNTO	N	Σ N	F. S.	POT. S. P. ( KW )	POT. C. E. ( KW )	POT. C. E. ( KW )	POT. TOTAL ( KW )	S ( mm <sup>2</sup> )	L ( mts )	A ( volt )	Σ A ( volt )
1	1	51	1	4.59	-	-	4.59	10	40	1.87	1.7
2	1	50	1	4.5	-	-	4.5	10	35	1.61	3.48
3	1	49	1	4.41	-	-	4.41	10	20	0.90	4.38
4	1	26	1	2.34	-	-	2.34	10	30	0.72	5.1
5	1	25	1	2.25	-	-	2.25	10	34	0.78	5.88
6	1	14	1	1.26	-	-	1.26	10	30	0.39	6.27
7	1	13	1	.7	-	-	1.17	10	30	0.36	6.63
8	1	6	1	0.54	-	-	0.54	10	37	0.20	6.83
9	1	5	1	0.45	-	-	0.45	6	33	0.25	7.08
10	1	4	1	0.36	-	-	0.36	6	30	0.18	7.26
11	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	32	0.10	7.36
12	1			0.09	-	-	0.09	6	27	0.04	7.40
10.1	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	35	0.05	7.31
7.1	1	6	1	0.54	-	-	0.54	6	25	0.23	6.86

ROYECTO : LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA  
 HECHO POR : M.H.A  
 FECHA :  
 MOJA N° 10  
 SUB ESTACION : SAB  
 CIRCUITO: C-4 s.p.  $\bigcirc$  A.P.  $\otimes$  RAMAL: SUB RAMAL: REVIZADO POR: R.O.V.

UNTO	N	$\Sigma$ N	F. S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	$\Sigma$ POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	$\Sigma$ A (volt)
7.2	1	5	1	0.45	-	-	0.45	6	25	0.19	7.
7.3	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	25	0.11	7.16
7.4	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	30	0.09	7.25
7.5	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	32	0.05	7.30
7.2a	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	20	0.03	7.08
5.1	1	4	1	0.36	-	-	0.36	6	25	0.15	6.03
5.2	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	30	0.14	6.17
5.3	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	27	0.08	6.25
5.4	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	35	0.05	6.30
5.a	2	6	1	0.54	-	-	0.54	6	25	0.23	6.11
5.b	2	2	1	0.18	-	-	0.18	6	25	0.08	6.19
5.c	2	2	1	0.18	-	-	0.18	6	25	0.08	6.19
3.1	1	8	1	0.72	-	-	0.72	6	25	0.30	4.68
3.2	1	7	1	0.63	-	-	0.63	6	25	0.26	4.94
3.3	1	-	-	0.27	-	-	0.27	6	33	0.15	5.09
3.4	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	35	0.11	5.20

ELECTRIFICACION DE LA LOCALIDAD DE SAPA-  
LACHE - DEPARTAMENTO DE PIURA

M.H.A

11

MOJA N°

FECHA :

HECHO POR :

SUB ESTACION : SAB CIRCUITO: C-4 S.P.  A.P.  RAMAL: \_\_\_\_\_ SUB RAMAL: \_\_\_\_\_ REVIZADO POR: R.O.V.

PUNTO	N	Σ N	F. S.	POT. S. P. (KW)	POT. C. E. (KW)	Σ POT. C. E. (KW)	POT. TOTAL (KW)	S (mm <sup>2</sup> )	L (mts)	Ay (volt)	Σ A (volt)
3.5	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	35	0.05	5.25
3.2a	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	30	0.14	5.08
3.2b	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	30	0.09	5.17
3.2c	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	30	0.05	5.22
3'.1	1	14	1	1.26	-	-	1.26	6	30	0.63	5.01
3'.2	1	13	1	1.17	-	-	1.17	6	40	0.78	5.79
3'.3	1	12	1	1.08	-	-	1.08	6	40	0.72	6.51
3'.4		7	1	0.63	-	-	0.63	6	25	0.26	6.77
3'.5	1	6	1	0.54	-	-	0.54	6	25	0.23	7.0
3'.6	1	3	1	0.27	-	-	0.27	6	30	0.14	7.14
3'.7	1	2	-1	0.18	-	-	0.18	6	30	0.09	7.23
3'.8	1	1	1	0.09	-	-	0.09	6	25	0.04	7.27
3'.5a	1	2	1	0.18	-	-	0.18	6	35	0.11	7.11



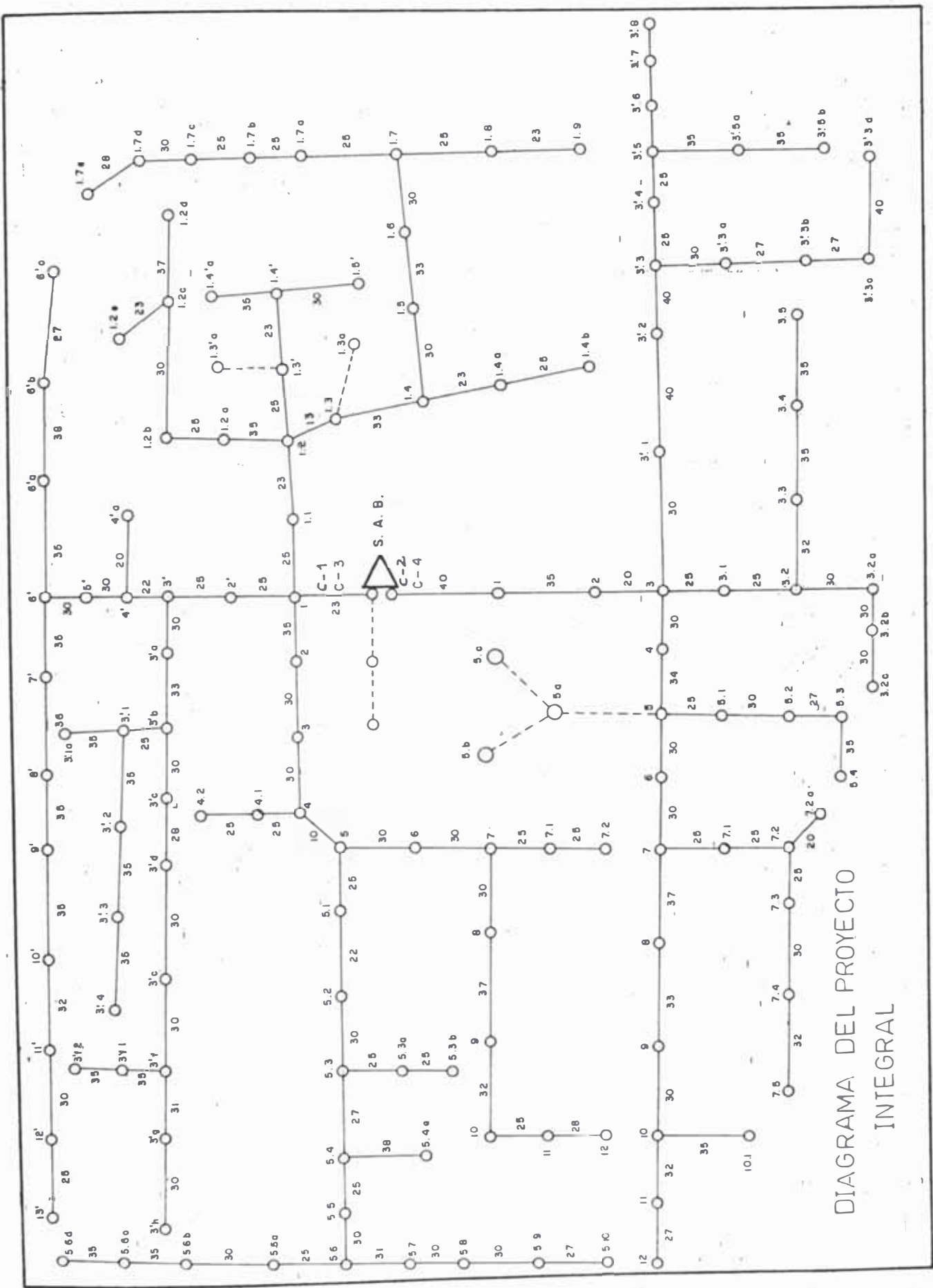


DIAGRAMA DEL PROYECTO INTEGRAL

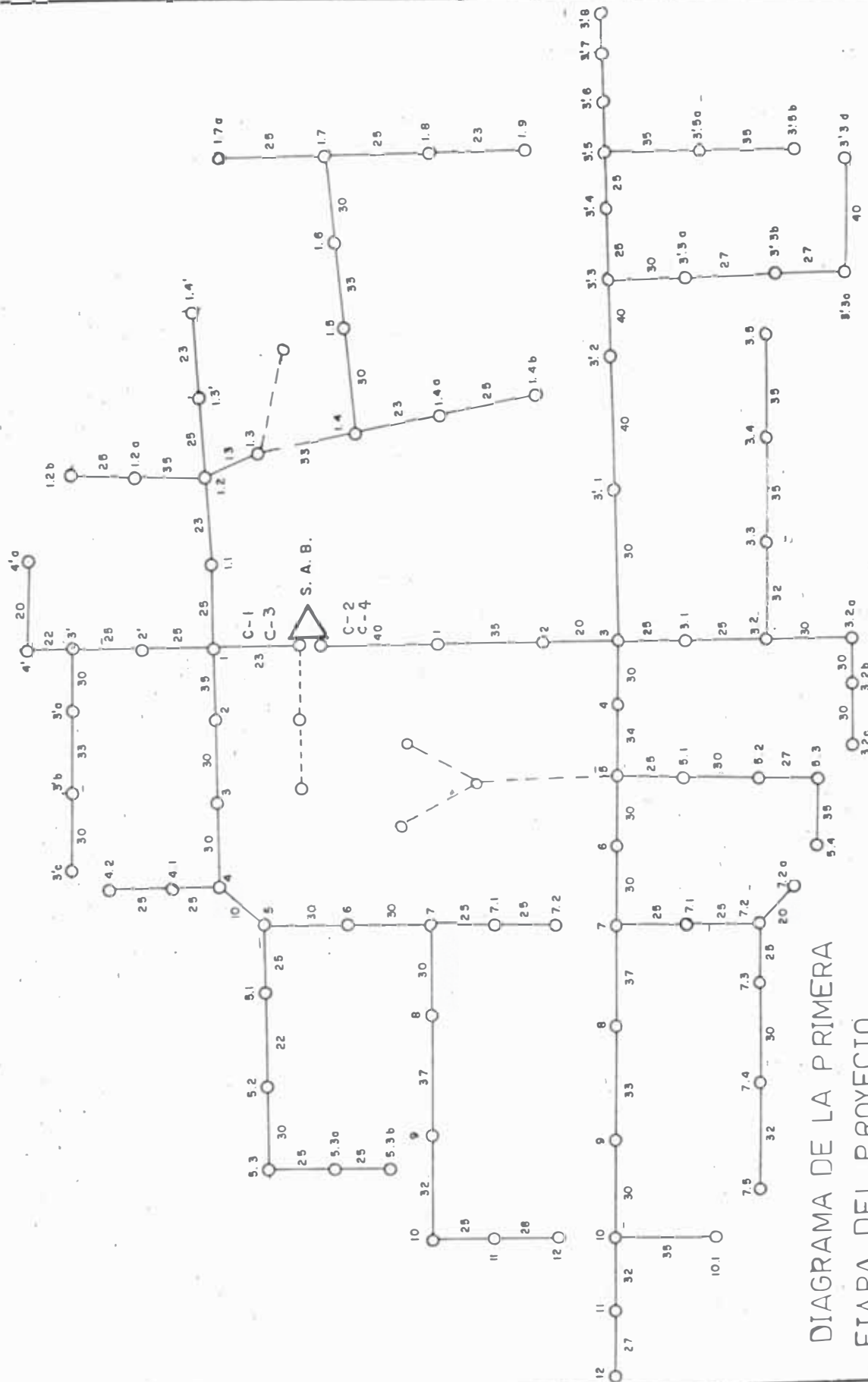


DIAGRAMA DE LA PRIMERA  
ETAPA DEL PROYECTO

## CAPITULO 5

### CÁLCULOS MECÁNICOS DE LAS REDES

#### 5.1. CALCULO MECANICO DE LA RED PRIMARIA

##### 5.1.1. Cálculo Mecánico de Conductores.

Dichos cálculos permiten determinar los esfuerzos máximos y mínimos en las hipótesis correspondientes, los primeros para determinar la rodustez de las estructuras y los segundos para la flecha máxima, además - los distanciamientos entre fases y entre fase y tierra.

- De acuerdo a la zona se eligió estas hipótesis:

##### a) HIPOTESIS I.

Condición de máximo esfuerzo:

- Temperatura : 0°C
- Velocidad del viento: 60 Km/Hr.

Fuente C.N.E. - Tomo IV

##### b) HIPOTESIS II.

Condiciones del templado:

- Temperatura : 10°C, 14°C y 18°C.

Sin viento :

##### c) HIPOTESIS III.

Condiciones de máxima flecha:

- Temperatura : 35°C
- Sin viento :



## A) Cálculo de esfuerzos.

Hallaremos los valores para vanos nivelados.

a) Esfuerzo admisible en la Hipótesis I ( $S_1$ ).

Según el C.N.E. - Tomo IV, para conductores de aleación de aluminio fijaremos :

$$S_1 = 11.2 \text{ Kg/mm}^2$$

$$T = S_1 \times A \dots \text{ Kg}$$

donde:

T : Tiro de trabajo del conductor.

A : Sección del conductor.

b) Peso resultante del conductor ( $W_r$ )

$$W_r = \sqrt{W^2 + P_v^2} \text{ Kg/m}$$

$$P_v = K v^2 D \dots \text{ Kg/m}$$

donde:

W : Peso propio del conductor Kg/m

V : Velocidad del viento Km/Hr

D : Diámetro exterior del conductor m

$P_v$  : Peso adicional debido a la presión del viento Kg/m

K : Coeficiente de las superficies cilíndricas

(0.0042)

(Fuente: C.N.E. - Tomo IV).

En el cuadro N° 5.1 se muestran las características de los conductores a usar en la red primaria.

CUADRO N° 5.1

NATURALEZA	ALEACION DE ALUMINIO
Tipo	Desnudo
Calibre métrico mm <sup>2</sup>	16
N° de hilos	7
Diámetro exterior D (m)	0.00510
Peso (W) (Kg/m)	0.043
Tiro de rotura (Kg)	414
Coefficiente de dilatación térmica ( $\alpha$ )	$23 \times 10^{-6}$
Módulo de elasticidad (Kg/mm <sup>2</sup> ) E	5,700

c) Esfuerzos en las Hipótesis II y III.

A partir del esfuerzo  $S_1$  fijado y mediante las ecuaciones de cambio de estado, calcularemos  $S_2$  y  $S_3$ .

Ecuación de cambio de estado:

$$S_2^2 \left[ S_2 + E \alpha (t_2 - t_1) + \frac{W_{r1}^2 \times L^2 \times E}{24 A^2 S_1^2} - S_1 \right] - \frac{W_{r2}^2 \times L^2 \times E}{24 A^2}$$

donde  $S_1$  : Esfuerzo admisible en la Hipótesis I, Kg/mm<sup>2</sup>.

$S_2$  : Esfuerzo admisible en la Hipótesis II, Kg/mm<sup>2</sup>

$W_{r1}$  : Peso resultante en la Hipótesis I, Kg/m

$W_{r2}$  : Peso resultante en la Hipótesis II, Kg/m

$t_1$  : Temperatura en la Hipótesis I, °C

$t_2$  : Temperatura en la Hipótesis II, °C.

$\alpha$  : Coeficiente de dilatación lineal, °C

E : Módulo de elasticidad Kg/mm<sup>2</sup>

A : Sección mm<sup>2</sup>

L : Vano m

Haciendo:

$$R = E \left[ \alpha(t_2 - t_1) + \frac{1}{24} \left( \frac{W_{r1} \times L}{A S_1} \right)^2 \right]$$

$$M = S_1 - R$$

$$N = \frac{E}{24} \left( \frac{W_{r2} \times L}{A} \right)^2$$

Luego :  $S_2^2 (S_2 - M) = N$

Para este caso se tendrá:

$$TR = 414 \text{ Kg}$$

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

$$W_{r2} = 0.043 \text{ Kg/m}$$

$$W_{r1} = 0.0882$$

$$K = 0.0042$$

$$V = 60 \text{ Km/Hr}$$

$$D = 0.0051 \text{ m}$$

$$PV = 0.0771 \text{ Kg/m}$$

$$L = 30.40 \dots 100$$

$$W_{r3} = 0.043$$

Los resultados se tienen en el cuadro N° 5.2.

B) Cálculos de la flecha máxima.

$$f = \frac{W_r \times L^2}{8 AS}$$

donde  $W_r$  : Peso resultante del conductor Kg/m

CUADRO N° 5.2  
CONDUCTOR CALIBRE 16 mm<sup>2</sup>

HIPOTESIS I		HIPOTESIS II		HIPOTESIS III	
L = 30 m		<u>L = 30 m</u>		L = 30 m	
t <sub>1</sub> = 0°C	S <sub>1</sub> = 6.06	t <sub>2</sub> = 10°C	S <sub>2</sub> = 4.65	t <sub>3</sub> = 35°	S <sub>3</sub> = 1.78
L = 40 m		t <sub>2</sub> = 14°C	S <sub>2</sub> = <u>4.14</u>		
		t <sub>2</sub> = 18°C	S <sub>2</sub> = 3.64	<u>L = 40 m</u>	
t <sub>1</sub> = 0°C	S <sub>1</sub> = 6.122			t <sub>3</sub> = 35°C	S <sub>3</sub> = 1.955
L = 50 m		<u>L = 40 m</u>		<u>L = 50 m</u>	
t <sub>1</sub> = 0°C	S <sub>1</sub> = 6.195	t <sub>2</sub> = 10°C	S <sub>2</sub> = 4.63		
L = 60 m		t <sub>2</sub> = 14°C	S <sub>2</sub> = <u>4.14</u>		
		t <sub>2</sub> = 18°C	S <sub>2</sub> = 3.66	t <sub>3</sub> = 35°C	S <sub>3</sub> = 2.1
t <sub>1</sub> = 0°C	S <sub>1</sub> = 6.27	<u>L = 50 m</u>		<u>L = 60 m</u>	
L = 70 m		t <sub>2</sub> = 10°C	S <sub>2</sub> = 4.62	t <sub>3</sub> = 35°C	S <sub>3</sub> = 2.25
t <sub>1</sub> = 0°C	S <sub>1</sub> = 6.361	t <sub>2</sub> = 14°C	S <sub>2</sub> = <u>4.14</u>	L = 70 m	
L = 80 m		t <sub>2</sub> = 18°C	S <sub>2</sub> = 3.68	t <sub>3</sub> = 35°C	S <sub>3</sub> = 2.38
t <sub>1</sub> = 0°C	S <sub>1</sub> = 6.444	<u>L = 60 m</u>		<u>L = 80 m</u>	
L = 90 m					
t <sub>1</sub> = 0°C	S <sub>1</sub> = 6.532	t <sub>2</sub> = 10°C	S <sub>2</sub> = 4.60	t <sub>3</sub> = 35°C	S <sub>3</sub> = 2.501
L = 100 m		t <sub>2</sub> = 14°C	S <sub>2</sub> = <u>4.14</u>	L = 90 m	
t <sub>1</sub> = 0°C	S <sub>1</sub> = 6.62	t <sub>2</sub> = 18°C	S <sub>2</sub> = 3.71	t <sub>3</sub> = 35°C	S <sub>3</sub> = 2.612
		<u>L = 70 m</u>		<u>L = 100 m</u>	
				t <sub>3</sub> = 35°C	S <sub>3</sub> = 2.714

HIPOTESIS I	HIPOTESIS II	HIPOTESIS III
	$t_2 = 10^\circ\text{C}$	$S_2 = 4.58$
	$t_2 = 14^\circ\text{C}$	$S_2 = 4.14$
	$t_2 = 18^\circ\text{C}$	$S_2 = 3.73$
	<u><math>L = 80 \text{ m}</math></u>	
	$t_2 = 10^\circ\text{C}$	$S_2 = 4.55$
	$t_2 = 14^\circ\text{C}$	$S_2 = 4.14$
	$t_2 = 18^\circ\text{C}$	$S_2 = 3.75$
	<u><math>L = 90 \text{ m}</math></u>	
	$t_2 = 10^\circ\text{C}$	$S_2 = 4.53$
	$t_2 = 14^\circ\text{C}$	$S_2 = 4.14$
	$t_2 = 18^\circ\text{C}$	$S_2 = 3.78$
	<u><math>L = 100 \text{ m}</math></u>	
	$t_2 = 10^\circ\text{C}$	$S_2 = 4.51$
	$t_2 = 14^\circ\text{C}$	$S_2 = 4.14$
	$t_2 = 18^\circ\text{C}$	$S_2 = 3.80$

L : Vano	m
A : Sección del conductor	$\text{mm}^2$
S : Esfuerzo en la hipótesis considerada	$\text{Kg}/\text{mm}^2$

C) Tabla de regulación.

En el cuadro N° 5.3 se muestran las flechas en metros para las temperaturas consideradas en la hipótesis de templado.

CUADRO N° 5.3

Flecha del conductor		Calibre 16 mm <sup>2</sup>			f(m)			Hipótesis II		
TEMPERATURA		V	A	N	O					
	30	40	50	60	70	80	90	100		
10°C	0.06502	0.11609	0.18179	0.26291	0.35941	0.47253	0.60069	0.74488		
14°C	0.07303	0.12983	0.20286	0.29212	0.39761	0.51933	0.65727	0.81145		
18°C	0.08306	0.14686	0.22822	0.32598	0.44132	0.57334	0.71987	0.88405		
Flecha del conductor		Calibre 16 mm <sup>2</sup>			f(m)			Hipótesis I		
TEMPERATURA		V	A	N	O					
	30	40	50	60	70	80	90	100		
0°C	0.102	0.180	0.278	0.396	0.530	0.684	0.855	1.040		
Flecha del conductor		Calibre 16 mm <sup>2</sup>			f(m)			Hipótesis III		
TEMPERATURA		V	A	N	O					
	30	40	50	60	70	80	90	100		
35°C	0.169	0.274	0.399	0.537	0.691	0.859	1.044	1.235		



- a) Fuerza del viento sobre el poste ( $F_{vp}$ ) y su punto de aplicación (Z).

$$F_{vp} = P_v \times A_{pv} \quad \text{Kg}$$

$$A_{pv} = H_{pv} \left( \frac{d_p + d_e}{2} \right) \quad \text{m}^2$$

$$Z = \frac{H_{pv}}{3} \left( \frac{d_e + 2 d_p}{d_e + d_p} \right) \quad \text{m}$$

donde:

$P_v$  : Presión debido al viento  $\text{Kg/m}^2$

$A_{pv}$  : Area del poste expuesto al viento  $\text{m}^2$

$H_{pv}$  : Altura del poste expuesto al viento  $\text{m}$

$d_p$  : Diámetro del poste en la punta  $\text{m}$

$d_e$  : Diámetro del poste en el empotramiento  $\text{m}$

Z : Punto de aplicación de la  $F_{vp}$

$$P_v = K v^2 \quad \text{Kg/m}^2$$

K = 0.0042 (constante de las superficies cilíndricas)

V = Velocidad del viento.

- b) Fuerza de tracción de los conductores ( $F_t$ ).

Esta fuerza se calcula para el máximo esfuerzo de trabajo de los conductores.

$$F_t = 2 A S \text{ Sen } \frac{\alpha}{2} \text{ Kg}$$

donde:

S : Máximo esfuerzo de trabajo  $\text{Kg/mm}^2$

A : Sección de los conductores  $\text{mm}^2$

$\alpha$  : Angulo de la línea

- c) Fuerza del viento sobre los conductores ( $F_{vc}$ ).



$$F_{vc} = L \times \phi_c \times P_v \times \cos \frac{\alpha}{2}$$

donde: L = Vano m  
 $\phi$  = Diámetro exterior del conductor m  
 $P_v$  = Presión del viento  $\text{Kg/m}^2$   
 $\alpha$  = Angulo de línea

d) Altura de empotramiento ( $H_t$ ).

$$H_t = \frac{L}{10} + 0.60 \dots\dots m$$

L : Longitud del poste.

e) Diámetro del poste en el punto de empotramiento ( $d_e$ ).

$$d_e = d_b - \left( \frac{d_b - d_p}{H_{pv} + H_t} \right) \times H_t$$

donde:  $d_b$  : Diámetro del poste en la base m  
 $d_p$  : Diámetro del poste en la punta m  
 $H_t$  : Altura de empotramiento m  
 $H_{pv}$  : Altura del poste expuesto al viento m

Características del poste a utilizar en la red primaria.

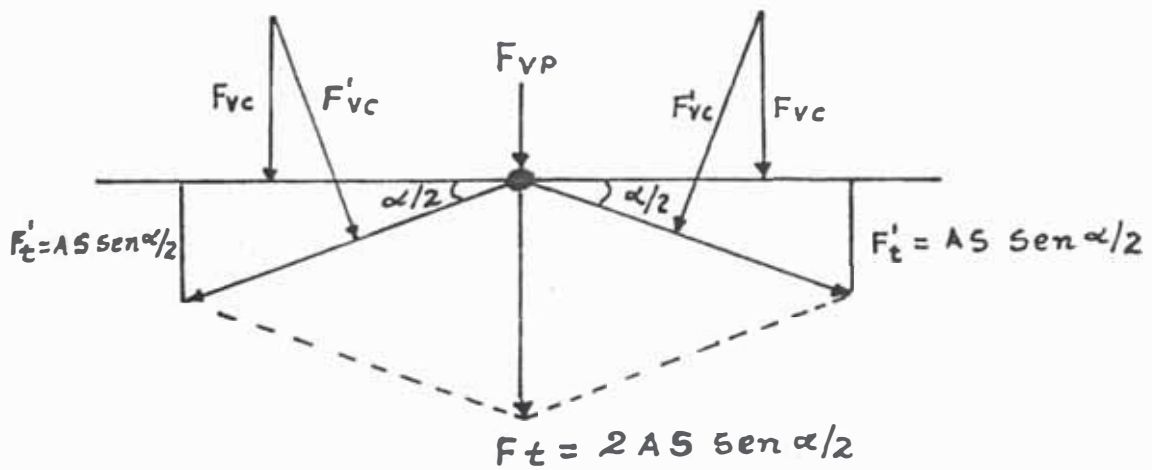
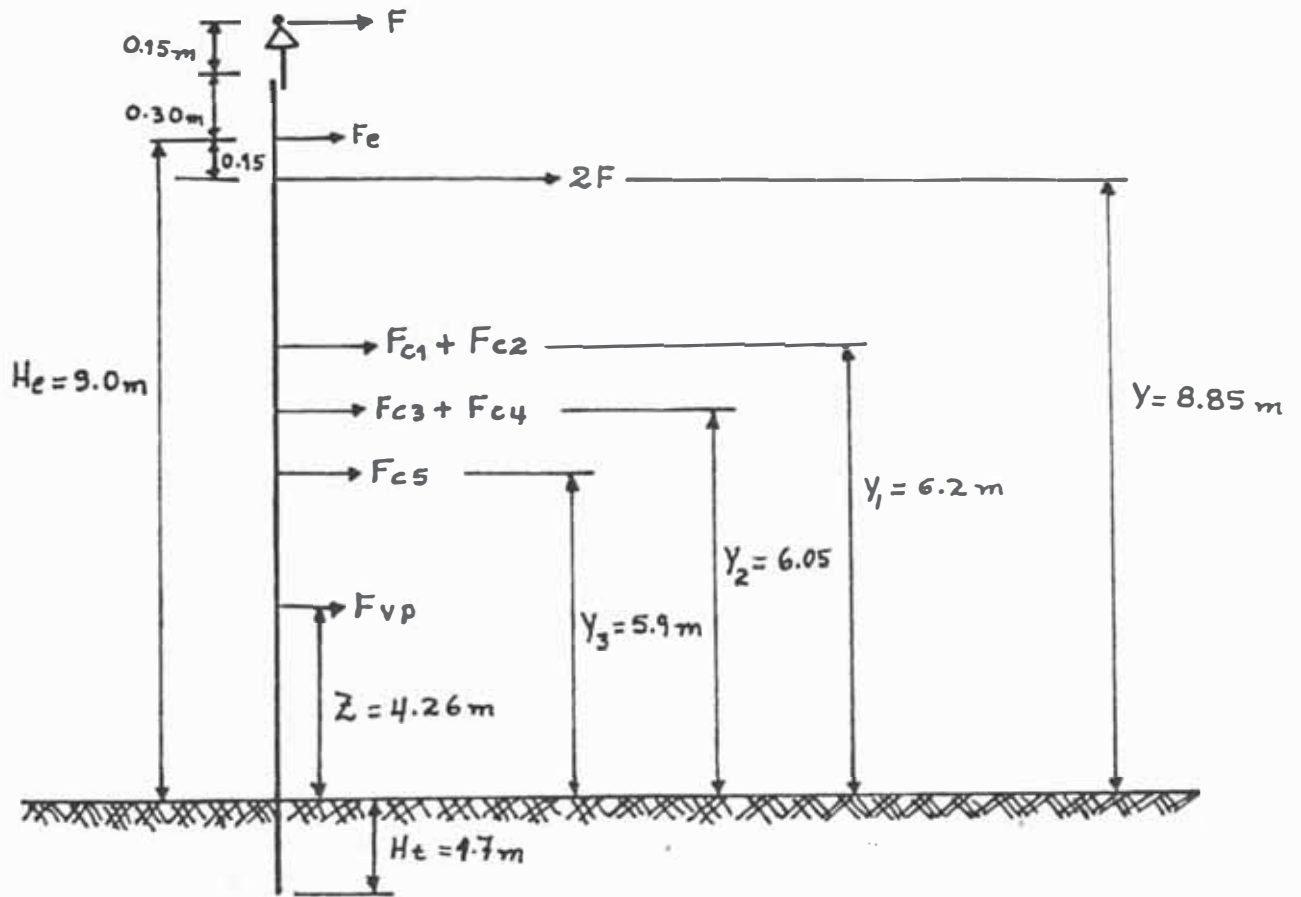
CUADRO N° 5.4

Características de los postes de madera nacional tratada

Longitud L (m)	$H_t$ (m)	$H_{pv}$ (m)	$d_p$ (m)	$d_b$ (m)	$d_e$ (m)	Z (m)	CLASE	GRUPO	DE ROTURA RA Kg
11	1.7	9.3	0.143	0.256	0.239	4.26	5	C	860

f) Fuerza equivalente ( $F_e$ ).

Estará referida a 0.30m de la punta del poste.



donde  $F$  = Fuerza actuante del conductor de  $16 \text{ mm}^2$

$F_{c1}$  = Fuerza actuante del conductor 1 (Fase)  
AP ..... Kg

$F_{c2}$  = Fuerza actuante del conductor 2 (Fase)  
R ..... Kg

$F_{c3}$  = Fuerza actuante del conductor 3 (Neutro)  
N ..... Kg

$F_{c4}$  = Fuerza actuante del conductor 4 (Fase)  
S ..... Kg

$F_{c5}$  = Fuerza actuante del conductor 5 (Fase)  
T ..... Kg

$F_{vp}$  = Fuerza del viento sobre el poste.

Z = Punto de aplicación de la  $F_{vp}$ .

La fuerza actuante en el conductor será:

$$F_{ci} = F_{vc} + F_t \quad (\text{kg})$$

En el cálculo de las estructuras se presentarán los siguientes casos:

CUADRO N° 5.5

CASOS		1	2	3
CALIBRE DE CONDUCTOR	R	16	16	16
	E	16	16	16
	D	16	16	16
	P	16	16	16
	R			
	I			
	M.			
	R		6	6
	E		16	10
	D		10	10
S		16	10	
E				
C				
U				
C				
U				
N				
D.		16	10	

CUADRO N° 5.6

PARAMETROS DE LA RED PRIMARIA	
DIAMETRO DEL CONDUCTOR $\phi_c$ (m)	0.00510
$P_v$ ..... Kg/m <sup>2</sup>	15.12
$A_{pv}$ ..... m <sup>2</sup>	1.776

Luego:

$$F_e = \frac{F_{vp} \times Z + 9.45F + 8.85 (2F) + 6.20 (F_{c1} + F_{c2})}{H_e} + \frac{6.05 (F_{c3} + F_{c4}) + 5.9 (F_{c5})}{H_e}$$

$$M = F_e \times H_e$$

donde  $M$  = Momento actuante.

ESFUERZO A LA FLEXION ( $R_v$ ):

$$R_v = \frac{M}{3.13 \times 10^{-5} C^3} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$C = \pi \times D_e = 75.08 \text{ cms}$$

ESFUERZO A LA COMPRESION ( $R_c$ ):

$$R_c = \frac{Q}{S} \left( 1 + \frac{K \cdot h^2 \times S}{u \times I} \right) \text{ Kg/cm}^2$$

donde  $Q$  : Suma de cargas especiales (Kg)

$S$  : Sección en el empotramiento .... (448.63 cm<sup>2</sup>)

$K$  : Coeficiente para postes de madera (2)

$h$  : Altura libre del poste ..... (9.30 m)

$u$  : Para disposición en voladizo (0.25)

$I$  : Momento de inercia mínimo en la sección:

$$\left( \frac{d_e^4 \pi}{64} = 16,016.3 \text{ cm}^4 \right)$$

C : Circunferencia en el empotramiento ....

$$(d_e = 75.08 \text{ cm})$$

$d_e$  : Diámetro en el empotramiento (cm)

CALCULO DE Q:

- Peso del poste .....	250 Kg
- Cruceta .....	18
- Aisladores (3 de media y 5 de baja tensión)	50
- Pastoral y luminaria .....	15
- Condcutores .....	60
- Ferretería (espigas, tuercas, etc.) .....	20
- Peso del operario con herramientas .....	100
	513

Esfuerzo total ( $R_t$ )

$$R_t = R_v + R_c \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

CUADRO N° 5.7

VALORES DE $F_{VC}$ PARA EL CONDUCTOR AASC DE 16 mm <sup>2</sup>								
VANO	$\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m		2.310	2.304	2.293	2.277	2.234	2.003	1.635
40 m		3.081	3.072	3.057	3.037	2.978	2.670	2.180
50 m		3.851	3.840	3.822	3.796	3.723	3.338	2.725
60 m		4.621	4.608	4.586	4.555	4.468	4.006	3.271
70 m		5.391	5.376	5.350	5.315	5.213	4.673	3.816
80 m		6.162	6.144	6.115	6.074	5.957	5.341	4.36
90 m		6.932	6.912	6.879	6.833	6.702	6.009	4.906
100 m		7.702	7.680	7.644	7.592	7.447	6.677	5.451

CUADRO N° 5.8

VALORES DE $F_t$ PARA EL CONDUCTOR AASC DE $16 \text{ mm}^2$							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	8.458	16.901	25.311	33.673	50.190	96.96	137.122
40 m	8.545	17.074	25.570	34.018	50.703	97.952	138.525
50 m	8.647	17.277	25.875	34.424	51.308	99.121	140.176
60 m	8.723	17.431	26.105	34.729	51.763	100	141.421
70 m	8.878	17.740	26.568	35.346	52.683	101.776	143.932
80 m	8.990	17.963	26.903	35.790	53.345	103.056	145.743
90 m	9.107	18.198	27.253	36.257	54.041	104.4	147.643
100 m	9.240	18.463	27.650	36.785	54.828	105.92	149.793

CUADRO N° 5.9

VALORES DE $F_{ci} = F_{vc} + F_t$ (AASC: $16 \text{ mm}^2$ )							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	10.76	19.20	27.60	35.95	52.42	98.96	138.75
40 m	11.62	20.14	28.62	37.05	53.68	100.62	140.70
50 m	12.49	21.11	29.70	38.22	55.03	102.46	142.90
60 m	13.34	22.04	30.69	39.28	56.23	104.00	144.69
70 m	14.27	23.11	31.92	40.66	57.89	106.45	147.75
80 m	15.15	24.10	33.01	41.86	59.30	108.39	150.10
90 m	16.03	25.11	34.13	43.14	60.74	110.40	152.55
100 m	16.94	26.14	35.29	44.37	62.27	112.59	155.24

CUADRO N° 5.10

VALORES DE M (Kg-m) (Caso 1)							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	522.54	848.33	1172.71	1495.09	2121.35	3929.26	5467.20
40 m	549.71	875.42	1199.68	1521.88	2157.62	3952.82	5486.43
50 m	576.89	902.52	1226.65	1548.66	2183.89	3976.37	5505.67
60 m	604.06	929.61	1253.62	1575.45	2210.17	3999.93	5524.90
70 m	631.23	956.71	1280.58	1602.24	2236.44	4023.49	5544.13
80 m	658.41	983.81	1307.55	1629.02	2262.71	4047.04	5563.37
90 m	685.58	1010.90	1334.52	1655.81	2288.98	4070.60	5582.60
100 m	712.76	1038.00	1361.49	1682.60	2315.26	4094.15	5601.83

CUADRO N° 5.11  $R_c = 23.305 \text{ Kg/cm}^2$ 

VALORES DE $R_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Caso 1)							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	39.44	64.04	88.52	112.86	160.89	296.61	412.71
40 m	41.49	66.08	90.56	114.88	162.87	298.39	414.16
50 m	43.54	68.13	92.60	116.90	164.85	300.17	415.61
60 m	45.60	70.17	94.63	118.92	166.84	301.95	417.06
70 m	47.65	72.22	96.66	120.95	168.82	303.72	418.52
80 m	49.70	74.26	98.70	122.97	170.80	305.50	419.97
90 m	51.75	76.31	100.74	124.99	172.79	307.28	421.42
100 m	53.80	78.35	102.77	127.01	174.77	309.08	422.90

CUADRO N° 5.12

VALORES DE $R_t$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Caso 1)							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	62.74	87.34	111.82	136.16	184.19	319.91	436.01
40 m	64.79	89.38	113.86	138.18	186.17	321.69	437.46
50 m	66.84	91.43	115.90	140.20	188.15	323.47	438.91
60 m	68.90	93.47	117.93	142.22	190.14	325.25	440.36
70 m	70.95	95.52	119.96	144.25	192.14	327.02	441.82
80 m	73.00	97.56	122.00	146.27	194.10	328.80	443.27
90 m	75.05	99.61	124.04	148.29	196.09	330.58	444.72
100 m	77.10	101.65	126.07	150.31	198.07	332.38	446.20

CUADRO N° 5.13

VALORES DE M (Kg-m) (Caso 2)							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	1040.40	1784.54	2525.50	3261.87	4715.25	8822.45	12336.22
40 m	1100.38	1844.35	2585.02	3321.0	4773.24	8874.45	12378.68
50 m	1160.36	1904.16	2644.55	3380.12	4831.23	8926.45	12421.13
60 m	1220.35	1963.97	2704.08	3439.25	4889.23	8978.44	12463.59
70 m	1280.33	2023.78	2763.60	3498.38	4947.22	9034.44	12506.04
80 m	1340.31	2083.60	2823.13	3557.51	5005.22	9082.44	12548.50
90 m	1400.29	2143.41	2881.66	3616.64	5063.21	9134.43	12590.95
100 m	1460.28	2203.22	2942.18	3675.76	5121.20	9186.43	12633.40



CUADRO N° 5.14

VANO $\alpha$	VALORES DE $R_v$ ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ) (Caso 2)						
	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	78.53	134.71	190.64	246.23	355.94	665.99	931.24
40 m	83.06	139.22	195.14	250.69	360.32	669.92	934.45
50 m	87.59	143.74	199.63	255.16	364.70	673.84	937.65
60 m	92.12	148.25	204.12	259.66	369.08	677.77	940.86
70 m	96.65	152.77	208.62	264.08	373.46	681.69	944.06
80 m	101.17	157.28	213.11	268.55	377.83	685.62	947.27
90 m	105.70	161.80	217.60	273.01	382.21	689.54	950.47
100 m	110.23	166.31	222.10	277.47	386.59	693.47	953.68

CUADRO N° 5.15

VANO $\alpha$	VALORES DE $R_t$ ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ) (Caso 2)						
	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	101.83	158.01	213.94	269.53	379.24	689.29	954.54
40 m	106.36	162.52	218.44	273.99	383.62	693.22	957.75
50 m	110.89	167.04	222.93	278.46	388.00	697.14	960.95
60 m	115.42	171.55	227.42	282.96	392.38	701.07	964.16
70 m	119.95	176.07	231.92	287.38	396.76	704.99	967.36
80 m	124.47	180.58	236.41	291.85	401.13	708.92	970.57
90 m	129.00	185.10	240.90	296.31	405.51	712.84	973.77
100 m	133.53	189.61	245.40	300.77	409.89	716.77	976.98

CUADRO N° 5.16

VALORES DE M (Kg/m) (Caso 3)							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	930.69	1574.16	2214.84	2851.53	4108.07	7658.3	10694.42
40 m	987.74	1631.04	2271.45	2907.76	4163.22	7707.75	10734.79
50 m	1044.78	1687.92	2328.06	2963.99	4218.38	7757.20	10775.17
60 m	1101.83	1744.80	2384.68	3020.22	4273.53	7806.65	10815.55
70 m	1158.88	1801.69	2441.29	3076.46	4328.68	7856.10	10855.92
80 m	1215.92	1858.57	2497.90	3132.69	4383.84	7905.55	10896.30
90 m	1272.97	1915.45	2554.51	3188.92	4438.99	7955.00	10936.67
100 m	1330.01	1972.33	2611.12	3245.16	4494.15	8004.45	10977.05

CUADRO N° 5.17

VALORES DE $R_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Caso 3)							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	70.25	118.83	167.19	215.26	310.11	578.12	807.32
40 m	74.56	123.12	171.47	219.50	314.28	581.85	810.37
50 m	78.87	127.42	175.74	223.75	318.44	585.59	813.41
60 m	83.17	131.71	180.01	227.99	322.60	589.32	816.46
70 m	87.48	136.00	184.29	232.24	326.77	593.05	819.51
80 m	91.78	140.30	188.56	236.48	330.93	596.78	822.56
90 m	96.09	144.59	192.84	240.73	335.09	600.53	825.61
100 m	100.40	148.89	197.11	244.97	339.26	604.26	828.65

CUADRO N° 5.18

VANO $\alpha$	VALORES DE $R_t$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Caso 3)						
	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	93.55	142.13	190.49	238.56	333.41	601.42	830.62
40 m	97.86	146.42	194.77	242.80	337.58	605.15	833.67
50 m	102.17	150.72	199.04	247.05	341.74	608.89	836.71
60 m	106.47	155.01	203.31	251.29	345.90	612.52	839.76
70 m	110.78	159.30	207.59	255.54	350.07	616.35	842.81
80 m	115.08	163.60	211.86	259.78	354.23	620.08	845.86
90 m	119.39	167.89	216.14	264.03	358.39	623.83	848.91
100 m	123.70	172.19	220.41	268.27	362.56	627.56	851.95

## C) Estructura de alineamiento:

En este tipo de estructura actúa solamente las fuer -  
zas, debido al viento.

LONGITUD DEL POSTE m	11
$P_v$ ..... Kg/m <sup>2</sup>	15.12
$A_{pv}$ ..... m <sup>2</sup>	1.776
$F_{vp}$ ..... Kg	26.85
$Z$ ..... m	4.26
$H_e$ ..... m	9.00
$F_e$ ..... Kg	12.71

$$F_e = \frac{F_{vp} \times Z}{H_e}$$

D) Estructura de cambio de dirección.

Se analizó para todos los casos.

CUADRO N° 5.19

VALORES DE $F_e$ (Caso 1)							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	58.06	94.26	130.3	166.12	236.81	436.58	607.46
40 m	61.07	97.26	133.29	169.09	239.73	439.20	609.60
50 m	64.09	100.28	136.30	172.07	242.65	441.81	611.74
60 m	67.11	103.29	139.29	175.04	245.57	444.43	613.87
70 m	70.13	106.30	142.28	178.02	248.49	447.05	616.01
80 m	73.15	109.31	145.28	181.00	251.41	449.67	618.15
90 m	76.17	112.32	148.28	183.97	254.33	452.28	620.28
100 m	79.19	115.33	151.27	186.95	257.25	454.90	622.42

CUADRO N° 5.20

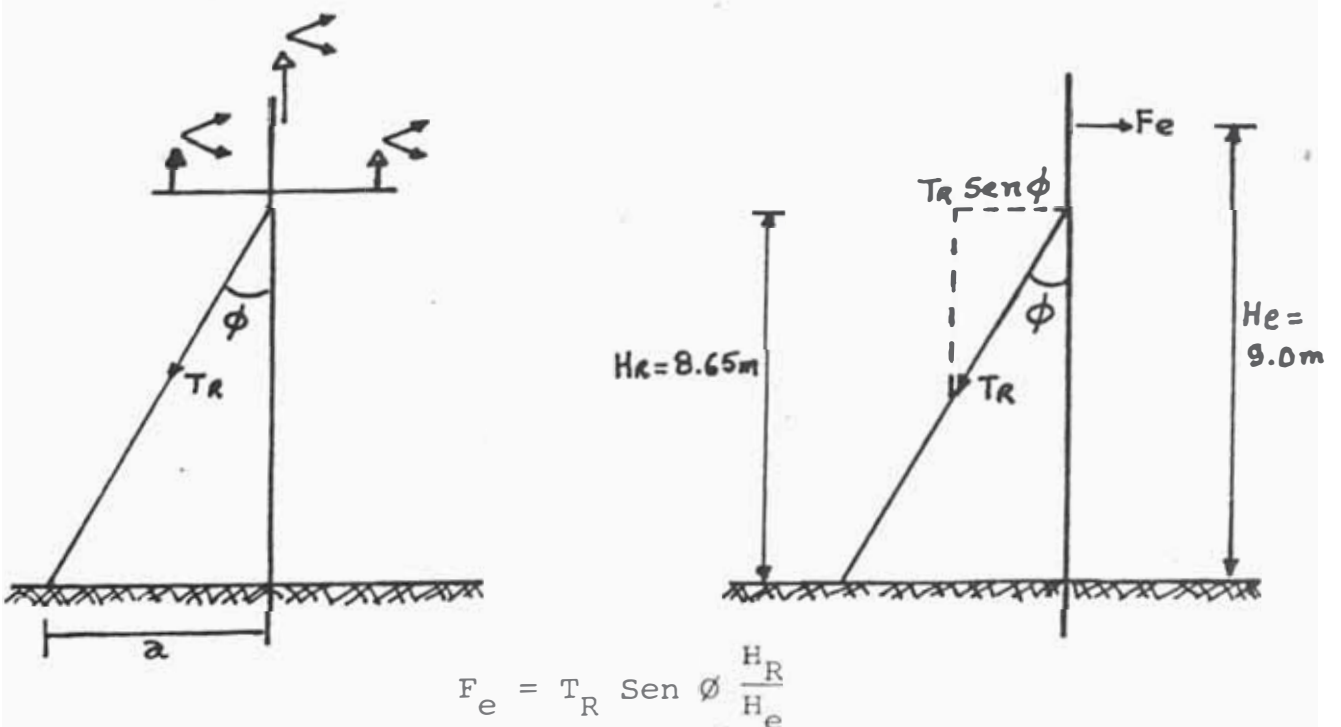
VALORES DE $F_e$ (Caso 2)							
VANO $\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
30 m	115.60	198.28	280.61	362.43	523.91	980.27	1370.69
40 m	122.26	204.92	287.22	369.00	530.36	986.05	1375.40
50 m	128.92	211.57	293.83	375.56	536.80	991.82	1380.12
60 m	135.59	218.21	300.45	382.13	543.24	997.60	1384.84
70 m	142.25	224.86	307.06	388.70	549.69	1003.38	1389.56
80 m	148.92	231.51	313.68	395.27	556.13	1009.16	1394.27
90 m	155.58	238.15	320.29	401.84	562.57	1014.93	1398.99
100 m	162.25	244.80	326.90	408.41	569.02	1020.71	1403.71

CUADRO N° 5.21

VANO	VALORES DE $F_e$ (Caso 3)						
	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90
30 m	103.41	174.90	246.09	316.83	456.45	850.92	1188.26
40 m	109.74	181.22	252.38	323.08	462.58	856.41	1192.75
50 m	116.08	187.54	258.67	329.33	468.70	861.91	1197.24
60 m	122.42	193.86	264.96	335.58	474.83	867.40	1201.72
70 m	128.76	200.18	271.25	341.82	480.96	872.90	1206.21
80 m	135.10	206.50	277.54	348.07	487.09	878.39	1210.70
90 m	141.44	212.82	283.83	354.32	493.22	883.88	1215.18
100 m	147.77	219.14	290.12	360.57	499.35	889.38	1219.67

## E) Cálculo de Retenidas.

- a) Para compensar los esfuerzos mayores a 430 Kgs en los postes de R.P. se usarán retenidas, cuyas características serán:



- Material : Acero galvanizado
- Número de hilos : 7
- Diámetro del cable: (9.53 mm) 3/8" ó (7/16")
- Carga de rotura : 3159 Kgs
- Factor de seguridad : 2

donde:

$T_r$  : Tiro de trabajo de la retenida

$H_r$  : Altura de la retenida

$H_2$  : Altura equivalente

$F_e$  : Fuerza equivalente

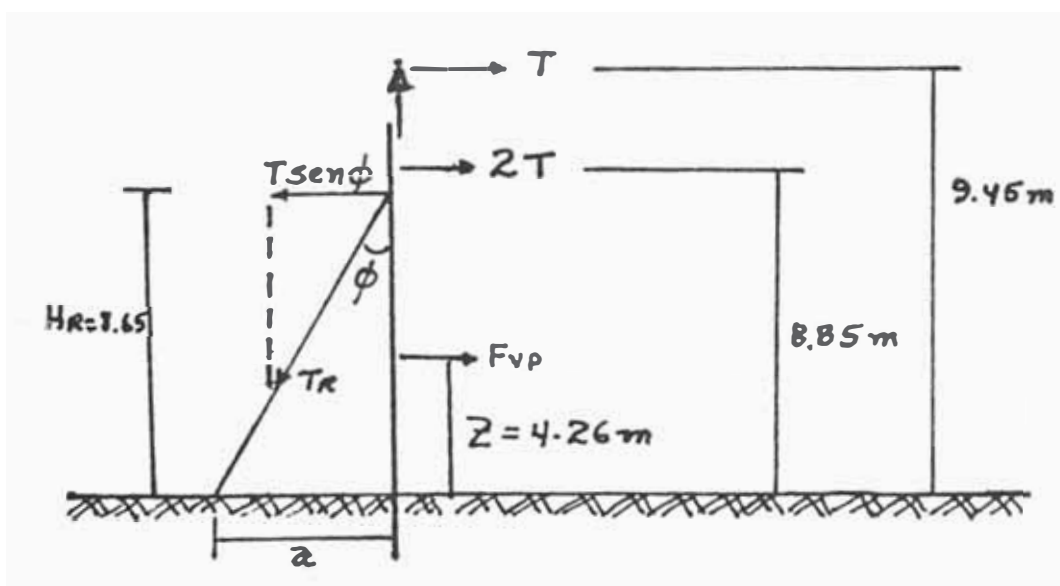
Para valores de "a"

$$a = 5 : F_e = 759.7 \text{ Kgs}$$

$$a = 6 : F_e = 865.2 \text{ Kgs}$$

$$a = 7 : F_e = 954.9 \text{ Kgs}$$

Para valores mayores de  $F_e$  usaremos retenidas dobles o triples.



Del cuadro N° 5.20 tenemos para ángulos de:

x (25°- 60°) ..... 1 Retenida

x (60°- 90°) ..... 2 Retenidas

F) Cálculo de retenida en fin de línea.

$$T_R = \frac{F_{vp} \times Z + 9.45T + 8.85 (2T)}{HR \text{ Sen } \phi}$$

donde:

$T_R$  : Tiro de trabajo de la retenida

$T$  : Tiro del conductor de 16 mm<sup>2</sup>

CUADRO N° 5.22

VALORES DEL TIRO DE TRABAJO DE LA RETENIDA				
a(m)	$F_{vp}$ (Kg)	Z (m)	T(Kg)	$T_R$ (Kg)
5	26.85	4.26	179.2	1151.4
6	26.85	4.26	179.2	1010.0
7	26.85	4.26	179.2	915.2

$$C.S. = \frac{T_{rotura}}{T_{trabajo}}$$

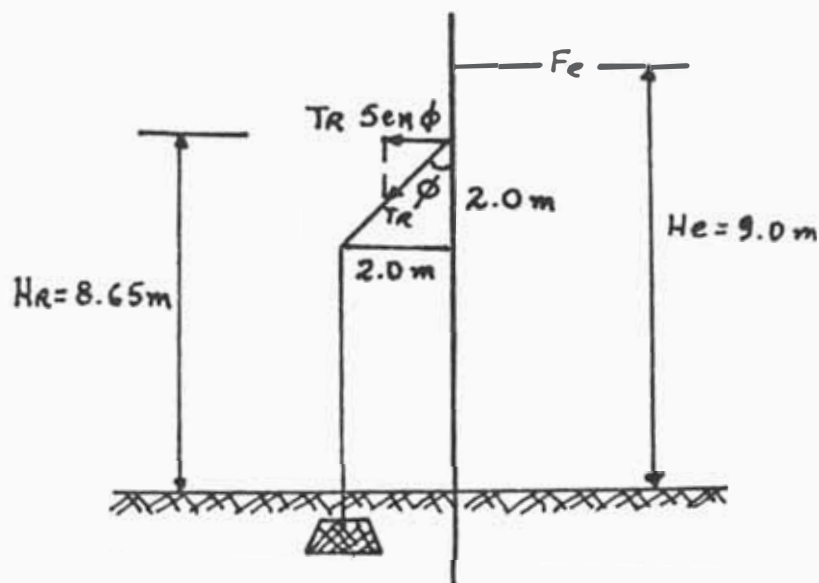
$$C.S. = \frac{3159}{1151.4} = 2.74$$

Según el C.N.E. : C.S. = 2

Para este caso se usará una sola retenida.

G) Retenidas en contra punta.

La fuerza máxima que podrá aplicarse a la retenida será  $F_e = 1012.48$  Kgs.



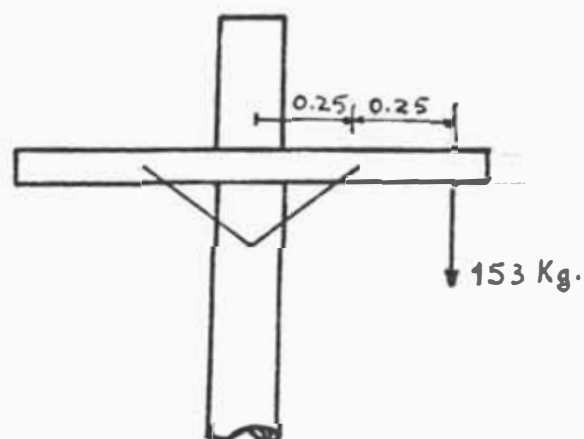
Del cuadro N° 5.20 vemos que se utilizarán contra punta hasta un ángulo máximo de  $62.73^\circ$ .

H) Cálculo de crucetas.

Las crucetas adoptadas tienen las siguientes caracte-

rísticas: longitud : 1.20 mts.

sección (b x h): 8.89 cm x 11.43 cm





Las cargas que soporta la cruceta son:

$$(P_t): \quad P_t = l_w + P_2 + P_3$$

donde:

$l$  = vano (60 m)

$w$  = peso unitario del conductor de  $16 \text{ mm}^2$ :  
0.043 Kg/mts

$P_1$  = peso de la ferretería y aislador (50 Kg)

$P_2$  = peso eventual de un hombre (100 Kg)

$P_t$  = 153 kilogramos

Esfuerzo debido al momento flector ( $S_A$ ):

$$S_A = \frac{M}{Z}$$

$M$  = Momento actuante Kg-cm

$Z$  = Momento resistente de la sección en  $\text{cm}^3$ :

$$\frac{bh^2}{6} \quad S_A = \frac{153 \times 25}{193.6}$$

$$S_A = 19.75 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo de rotura para la madera tornillo o similar  $420 \text{ Kg/cm}^2$  tomando un factor de seguridad recomendado de 8, se obtiene (Fuente: "Manual Universal de la Técnica Mecánica" de Oberg y Jones).

$$S_{\text{admisible}} = 52.5 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo actuante  $S_A < S_{\text{admisible}}$ .

Esfuerzo cortante:

$$S_c = \frac{Q}{A}$$

donde  $Q$  = fuerza cortante

A = Sección de la cruceta (b x h)

$$S_c = \frac{153}{8.89 \times 11.43} \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_c = 1.51 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo de rotura al corte:  $40 \text{ Kg/cm}^2$  con factor de seguridad.

C.S. = 8 (Fuente: Manual Universal de la Técnica Mecánica de Oberg y Jones).

El esfuerzo admisible al corte resulta:

$$S_c = \text{admisible} = 5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_c < S_c \text{ admisible}$$

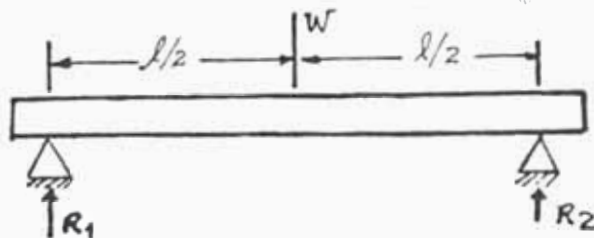
I) Estructura de la sub-estación de distribución.

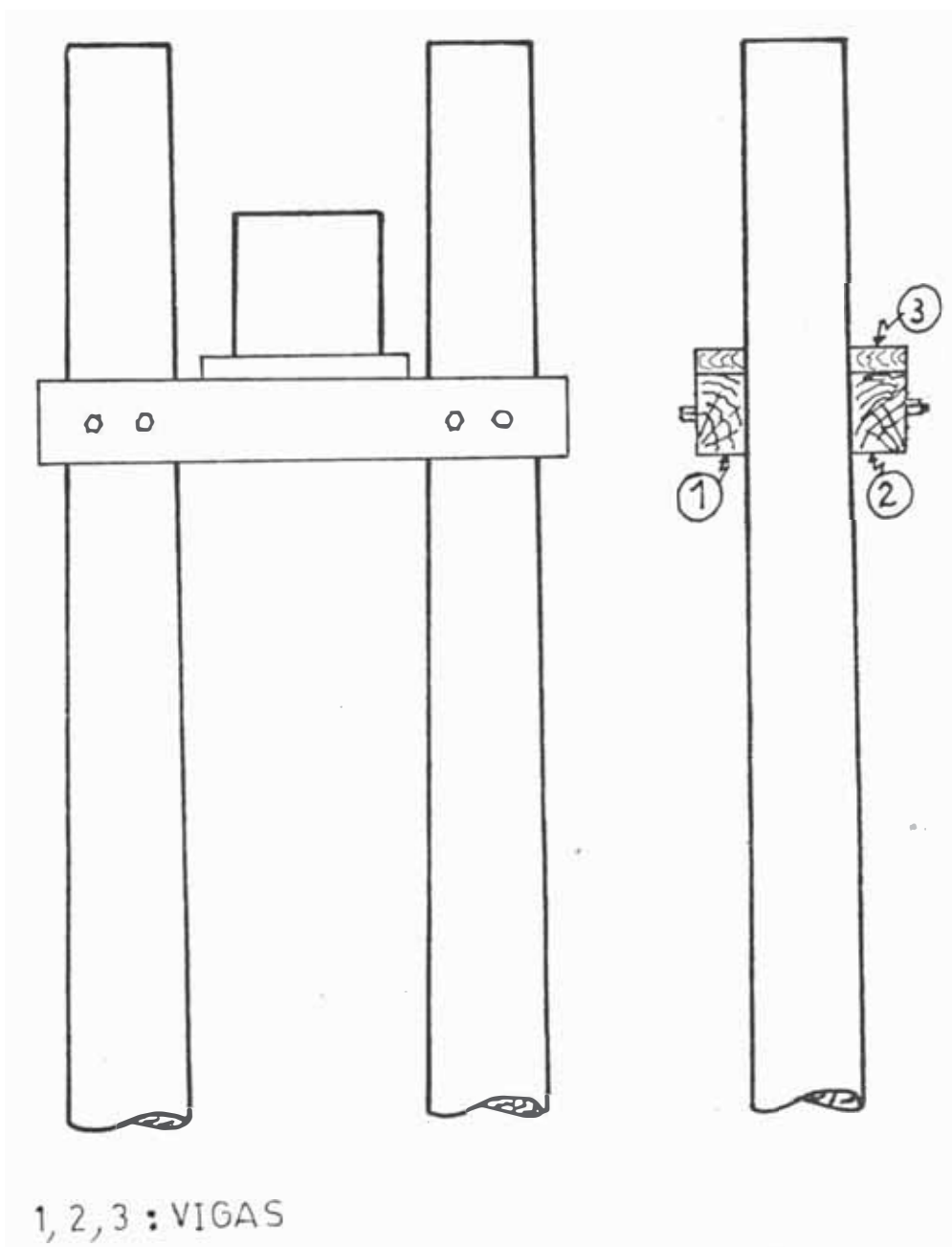
En la estructura de la sub-estación de distribución se ha calculado las vigas de soporte del transformador y de los elementos de fijación de éstos (pernos), a fin de garantizar su resistencia mecánica.

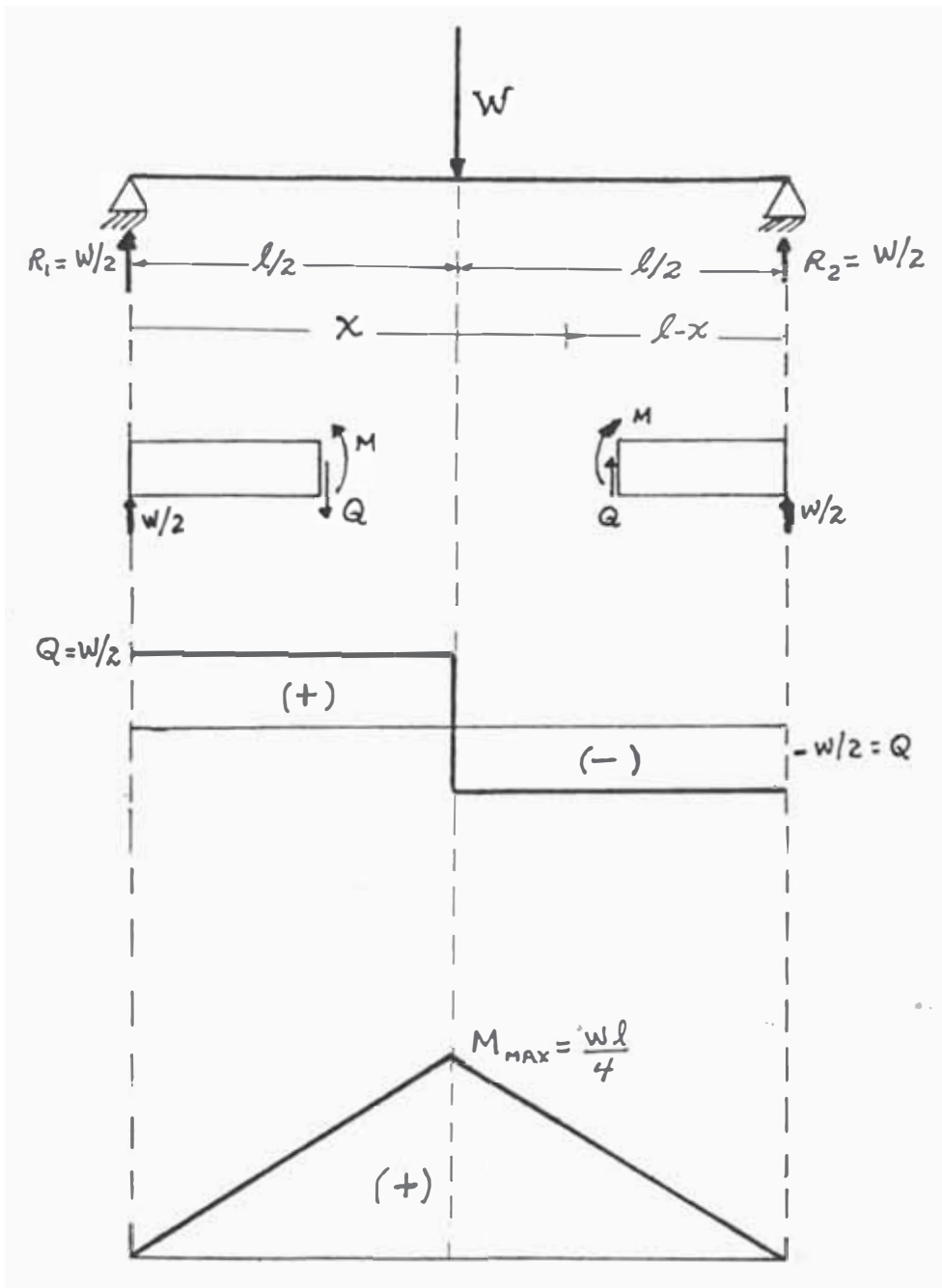
a) Cálculo de la plataforma del transformador.

Esquemáticamente representamos a la estructura según la figura de la siguiente página.

El diagrama de sólido libre de cada viga es:







En la página anterior se muestran los diagramas de la fuerza cortante y el momento flector que soporta cada viga.

Donde:  $W$  = carga aplicada  
 $l$  = distancia entre los apoyos  
 $M$  = momento flector  
 $Q$  = fuerza cortante  
 $W/2$  = reacción en los apoyos

El esfuerzo en la fibra extrema o máximo esfuerzo en la sección recta, debido a la carga aplicada ( $S$ ):

$$S = \frac{M}{Z} \dots\dots\dots (\alpha)$$

Donde:  $M$  = momento flector  
 $Z = \frac{I}{y}$  momento resistente de la sección recta de la viga.  $I$  = Momento de Inercia.  
 $y$  = distancia desde el eje neutro a la fibra extrema.

Sustituyendo los valores hallados del momento flector en la fórmula ( $\alpha$ ), se obtienen las ecuaciones para los esfuerzos de las vigas.

Para:  $0 \leq X \leq 1/2$                       Para:  $1/2 \leq X \leq 1$

$$S = \frac{Wx}{2Z} \qquad S = \frac{W}{2Z} (1 - X)$$

El máximo esfuerzo ocurre en el punto medio ( $1/2$ ):

$$S_{\text{máximo}} = \frac{W}{4Z} \dots\dots\dots (b)$$

Deducción de la ecuación de la flecha (y).

Análisis a la izquierda y a la derecha del punto de aplicación de la carga.

IZQUIERDA:  $0 \leq X \leq 1/2$       DERECHA:  $1/2 \leq X \leq 1$

$$Q = E I \frac{d^3 y}{dx^3} = \frac{W}{2} \quad ; \quad Q = E I \frac{d^3 y}{dx^3} = -\frac{W}{2}$$

$$M = E I \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{W}{2} X \quad ; \quad M = E I \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{W}{2} (1 - X)$$

$$E I \frac{dy}{dx} = \frac{WX^2}{4} + A \quad ; \quad E I \frac{dy}{dx} = -\frac{W}{4} (1 - X)^2 + C$$

$$E I Y = \frac{WX^3}{12} + AX + B \quad ; \quad E I Y = \frac{W}{12} (1 - X)^3 + CX + D$$

Igualando:  $\frac{dy}{dx}$  (izquierda) =  $\frac{dy}{dx}$  (derecha) en  $X = 1/2$

$$\frac{Wl^2}{16} + A = -\frac{Wl^2}{16} + C$$

$$C = A + \frac{Wl^2}{8}$$

Por condiciones de contorno determinamos las constantes de integración:

$$y = 0 \quad ; \quad X = 0 \quad ; \quad B = 0 \quad \quad C = -\frac{Wl^2}{16} + \frac{l^2}{8}$$

$$\frac{dy}{dx} = 0 \quad ; \quad X = 1/2 \quad \quad C = \frac{Wl^2}{16}$$

$$0 = \frac{Wl^2}{16} + A \quad \quad y = 0 \quad ; \quad X = 1$$

$$A = -\frac{Wl^2}{16} \quad \quad D = -\frac{Wl^3}{16}$$

$$E I Y = \frac{WX^3}{12} - \frac{Wl^2}{16} X \quad \quad E I Y = \frac{W(1-X)^3}{12} + \frac{Wl^2}{16} X - \frac{Wl^3}{16}$$

$$y = \frac{WX(4X^2 - 3l^2)}{48 E I}$$

La flecha máxima ocurre en el punto de aplicación de la - carga ( $x = l/2$ ):

$$y = \frac{W l^3}{48 E I} \dots\dots (8)$$

donde: E = modulo de elasticidad

W = carga aplicada

l = distancia entre los apoyos

I = momento de inercia

Se requiere que las vigas sean bastante rígidas, para lo cual se ha tomado como limitación de la flecha de un (1) mm por cada 120 cm de longitud, según el "Manual Universal de la Técnica Mecánica" (Oberg y Jones).

Diámetro del poste a la altura de ubicación de la plataforma del transformador ( $d_t$ ).

$$d_t = d_b - \frac{(d_b - d_p)}{(H_{pt} + H_{tb})} H_{tb} \quad (\beta)$$

donde:  $d_b$  = diámetro del poste en la base m

$d_p$  = diámetro del poste en la punta m

$H_{pt}$  = distancia de la punta del poste a la plataforma del transformador

$H_{tb}$  = altura de la plataforma del transformador a la base del poste.

Sustituyendo valores en la fórmula ( $\beta$ ) se obtiene:

$$d_t = 0.256 - \frac{(0.256 - 0.143)}{(4.40 + 6.6)} \times 6.6$$

$$d_t = 0.188 \text{ mts.}$$

Carga total aplicada a la viga (W):

$$W = P_1 + P_2 + P_3$$

donde:  $P_1$  = peso del transformador (730 Kgs)

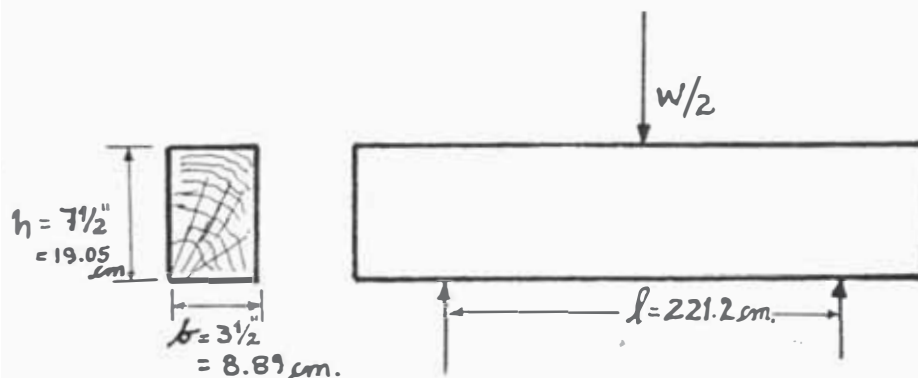
$P_2$  = peso eventual de un hombre con herramientas (100 Kgs).

$P_3$  = accesorios (50 Kgs).

$W = 180$  Kgs.

CASO A Viga |(1) y (2) |

Viga |(1) y (2) |



La flecha debe limitarse a:  $y = 221.3/1200$

$$y = 0.18 \text{ cms}$$

De la ecuación de la flecha máxima ( $\gamma$ )

$$I = \frac{Wl^3}{48 \gamma E} \dots (\psi)$$

E para la madera:  $111,000 \text{ Kg/cm}^2$

$$I = \frac{440 \times (221.2)^3}{48 \times 0.18 \times 111,000} \text{ cm}^4$$

$$I = 4965.6 \text{ cm}^4$$



Para una sección rectangular :  $I = \frac{b h^3}{12}$

$$I = \frac{8.89 \times (19.05)^3}{12}$$

$$I = 5,121.6 \text{ cm}^4$$

Comprobación del máximo esfuerzo.

Para sección rectangular:

$$Z = \frac{b \times h^2}{6}$$

$$Z = \frac{8.89 \times (19.05)^2}{6}$$

$$Z = 537.7 \text{ cm}^3$$

Utilizando la fórmula del esfuerzo máximo ("b") :

$$S_{\text{máx}} = \frac{440 \times 221.2}{4 \times 537.7} \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_{\text{máx}} = 45.25 \text{ Kg/cm}^2$$

Coefficiente de seguridad recomendado para la madera:

$$C. S_R = 8 \text{ según el Manual de Oberg y Jones}$$

Esfuerzo de rotura de la madera tornillo o similar 420  $\text{Kg/cm}^2$ .

Coefficiente de seguridad obtenido:

$$C.S. = \frac{420}{45.25}$$

$$C.S. = 9.28 > C. S_R$$

Esfuerzo cortante :

$$S_c = \frac{Q}{A}$$

$$S_c = \frac{220}{8.89 \times 19.5}$$

$$S_c = 1.3 \text{ Kg/cm}^2$$

$S_{CR}$  esfuerzo cortante de rotura:  $40 \text{ Kg/cm}^2$  y C.S. = 8  
(Fuente: Manual Oberg y Jones).

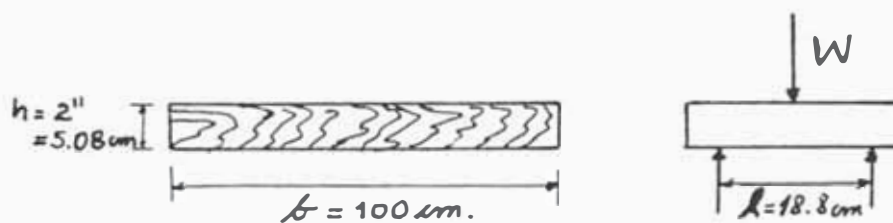
$$S_c \text{ admisible} = \frac{S_{CR}}{C.S.}$$

luego:  $S_c = 40/8 = 5$

$$S_c \text{ obtenido} < S_c \text{ admisible}$$

CASO B Viga (3)

Viga (3) (Tabla)



En este caso la flecha se limitará a:

$$y = 18.8/1200 \text{ cms}$$

$$y = 0.015 \text{ cms}$$

En forma similar al caso A:

$$I = \frac{880 (18.8)^3}{48 \times 0.015 \times 111,000} \text{ cm}^4$$

$$I = 73.16 \text{ cm}^4$$

Para la sección elegida:

$$I = \frac{100 (5.08)^3}{12} \text{ cm}^4$$

$$I = 1,092 \text{ cm}^4$$

Momento resistente:

$$Z = \frac{100 \times (5.08)^2}{6} \text{ cm}^3$$

$$Z = 430.1 \text{ cm}^3$$

Verificación del máximo esfuerzo:

$$S_{\text{máx}} = \frac{880 \times 18.8}{4 \times 430.1} \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_{\text{máx}} = 9.61 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_{\text{máx calculado}} \ll S_{\text{admisible}} \quad (45.25 \text{ Kg/cm}^2)$$

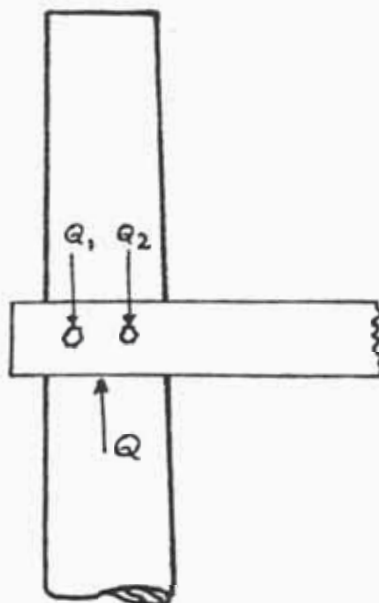
Esfuerzo cortante:

$$S_c = \frac{440}{100 \times 5.08}$$

$$S_c = 0.866 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_c \text{ obtenido} < S_c \text{ admisible} \quad (5. \text{Kg/cm}^2)$$

b) Cálculo de los pernos de fijación de las vigas a los postes:



Considerando que la fuerza cortante  $Q$  se reparte por igual en los 2 pernos:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = Q_2 = \frac{Q}{2}$$

$$Q_i = \frac{W/2}{2 \times 2} \quad Q_i = \frac{W}{2 \times 2 \times 2}$$

$$Q_i = \frac{880}{8} \quad Q_i = 110 \text{ Kgs}$$

El esfuerzo cortante es ( $S_c$ ) :  $S_c = \frac{Q_i}{A}$

donde:  $Q_i$  = fuerza cortante de cada perno

$A$  = sección recta del perno

Si se elige pernos de 5/8" de diámetro:  $A = 1.97 \text{ cm}^2$

$S_{CR}$  : esfuerzo cortante de rotura  $S_{CR} = 3,090 \text{ Kg/cm}^2$

C.S : Coeficiente de seguridad 6

$$S_c \text{ admisible} = \frac{S_{CR}}{C.S} \quad S_c \text{ admisible} = 515 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_c = 55.83 \text{ Kg/cm}^2 \ll 515 \text{ Kg/cm}^2 \text{ esfuerzo admisible.}$$

## 5.2. CALCULO MECANICO DE LA RED SECUNDARIA

### 5.2.1. Cálculo mecánico de los conductores.

En el cuadro N° 5.23 se muestran los datos de los conductores a usar en la red secundaria.

De acuerdo a las características climáticas de la zona elegimos las siguientes:

#### a) HIPOTESIS I

Condición de máximo esfuerzo.

- Temperatura : 0°C
- Velocidad del viento : 60 Km/h
- Coeficiente de seguridad: 3

## b) HIPOTESIS II.

Condiciones de templado

- Temperatura : 14°C
- Sin viento

## c) HIPOTESIS III.

Condiciones de máxima flecha

- Temperatura : 50°C
- Sin viento

## A) Cálculo de los esfuerzos.

Determinaremos los valores para vanos nivelados.

a) Esfuerzo admisible, en la Hipótesis I:  $S_1$ 

$$S_1 = \frac{T_r}{C_s \cdot A} \quad \text{Kg/mm}^2$$

donde  $T_r$  : Tiro de ruptura del conductor ... Kg $A$  : Sección del conductor en .....  $\text{mm}^2$  $C_s$  : Coeficiente de seguridad.b) Peso resultante del conductor ( $W_r$ )

$$W_r = \sqrt{W^2 + P_v^2} \quad \text{Kg/m}$$

$$P_v = KV^2 \cdot D \quad \text{Kg/m}$$

donde  $W$  : Peso propio del conductor ..... Kg/m $V$  : Velocidad del viento ..... Km/Hr

- D : Diámetro exterior del conductor: m
- $P_v$  : Peso adicional debido a la presión del viento: Kg/m
- K : Coeficiente de las superficies cilíndricas (0.0042)

CUADRO N° 5.23

NATURALEZA	COBRE	COBRE	COBRE
Tipo	WP	WP	WP
Calibre métrico mm <sup>2</sup>	16	10	6
N° de hilos	7	7	7
Diámetro exterior D (m)	0.00670	0.00565	0.00472
Peso W (Kg.m)	0.165	0.105	0.065
Tiro de ruptura (Kg)	517	326	193
Coeficiente de dilatación ( $\alpha$ )	$17 \times 10^{-6}$	$17 \times 10^{-6}$	$17 \times 10^{-6}$
Módulo de elasticidad (Kg/mm <sup>2</sup> )	11,500	11,500	11,500
Temple	Semi duro	Semi duro	Semi duro

c) Esfuerzos en las Hipótesis II y III.

A partir del esfuerzo en la Hipotesis I,  $S_1$  y mediante las ecuaciones de cambio de estado, calculamos los esfuerzos para las Hipótesis II,  $S_2$  e Hipótesis III,  $S_3$ .

Ecuación de cambio de Estado:

$$S_2^2 (S_2 + E\alpha(t_2 - t_1)) + \frac{W_{r1}^2 \times L^2 \times E}{24 A^2 S_1^2} - S_1^2 = \frac{W_{r2}^2 \times L^2 \times E}{24 A^2}$$

donde

- $S_1$  : Esfuerzo admisible en la Hipotesis I; Kg/mm<sup>2</sup>
- $S_2$  : Esfuerzo admisible en la Hipotesis I; Kg/mm<sup>2</sup>
- $W_{r1}$  : Peso resultante en la Hipotesis I; Kg/m
- $W_{r2}$  : Peso resultante en la Hipotesis II; Kg/m
- $t_1$  : Temperatura en la Hipotesis I; °C
- $t_2$  : Temperatura en la Hipotesis II; °C
- $\alpha$  : Coeficiente de dilatación lineal °C<sup>-1</sup>
- $E$  : Módulo de elasticidad; Kg/mm<sup>2</sup>
- $A$  : Sección; mm<sup>2</sup>
- $L$  : Vano 20, 25 m, 30 m y 40 m.

En el cuadro N° 5.24 presentamos los resultados para los calibres métricos 16 mm<sup>2</sup>, 10 mm<sup>2</sup> y 6 mm<sup>2</sup>, tanto para las Hipotesis I, II y III.

De la ecuación de Cambio de Estado, haciendo:

$$R = E \left[ \alpha (t_2 - t_1) + \frac{1}{24} \left( \frac{W_{r1} \times L}{A \times S_1} \right)^2 \right]$$

$$M = S_1 - R$$

$$N = \frac{E}{24} \left( \frac{W_{r2} \times L}{A} \right)^2$$

Luego:

$$S_2^2 \left[ S_2 - M \right] = N$$

CUADRO N° 5.24

CONDUCTOR CALIBRE 16 mm <sup>2</sup>		
HIPOTESIS I	HIPOTESIS II	HIPOTESIS III
$T_r = 517 \dots \text{Kg}$	$L = 20 \text{ m}$	$L = 20 \text{ m}$
$C_s = 3$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 8.3737$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 3.125$
$A = 16 \text{ mm}^2$	$L = 25 \text{ m}$	$L = 25 \text{ m}$
$W = 0.165 \text{ Kg/m}$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 8.4145$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 3.525$
$W_r = 0.193 \text{ Kg/m}$	$L = 30 \text{ m}$	$L = 30 \text{ m}$
$K = 0.0042$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 8.4606$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 3.862$
$V = 60 \text{ Km/Hr}$	$L = 35 \text{ m}$	$L = 35 \text{ m}$
$D = 0.00670 \text{ m}$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 8.5114$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 4.1815$
$P_v = 0.101 \text{ Kg/m}$	$L = 40 \text{ m}$	$L = 40 \text{ m}$
$L = 20, 25, 30,$ $35 \text{ y } 40 \text{ m}$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 8.5637$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 4.472$
	$L_{\text{básico}} = 36.67$	$L_{\text{básico}} = 36.67$
$T_1 = 172.33 \text{ Kg}$	$t = 14^\circ\text{C} + S_2 = 8.5289$	$t_3 = 40^\circ\text{C} + S_3 = 4.281$
$S_1 = 10.77 \text{ Kg/mm}^2$		



CONDUCTOR CALIBRE 10 mm <sup>2</sup>		
HIPOTESIS I	HIPOTESIS II	HIPOTESIS III
	<u>L = 20 m</u>	<u>L = 20 m</u>
	t <sub>2</sub> = 14°C + S <sub>2</sub> = 8.143	t <sub>3</sub> = 50°C + S <sub>3</sub> = 3.054
T <sub>R</sub> = 326 Kg	<u>L = 25 m</u>	<u>L = 25 m</u>
C <sub>S</sub> = 3	t <sub>2</sub> = 14°C + S <sub>2</sub> = 8.154	t <sub>3</sub> = 50°C + S <sub>3</sub> = 3.425
A = 10 mm <sup>2</sup>	<u>L = 30 m</u>	<u>L = 30 m</u>
W = 0.105 Kg/m	t <sub>2</sub> = 14°C + S <sub>2</sub> = 8.169	t <sub>3</sub> = 50°C + S <sub>3</sub> = 3.767
W <sub>R</sub> = 0.135 Kg/m	<u>L = 35 m</u>	<u>L = 35 m</u>
K = 0.0042	t <sub>2</sub> = 14°C + S <sub>2</sub> = 8.178	t <sub>3</sub> = 50°C + S <sub>3</sub> = 4.074
V = 60 Km/Hr	<u>L = 40 m</u>	<u>L = 40 m</u>
D = 0.00565	t <sub>2</sub> = 14°C + S <sub>2</sub> = 8.192	t <sub>3</sub> = 50°C + S <sub>3</sub> = 4.352
P <sub>V</sub> = 0.0854 Kg/m		
L = 20, 25, 30, 35 y 40 m	<u>L<sub>básico</sub> = 36.67</u>	<u>L<sub>básico</sub> = 36.67</u>
	t <sub>2</sub> = 14°C + S <sub>2</sub> = 8.182	
T <sub>1</sub> = 10.86 Kg		t <sub>3</sub> = 50°C + S <sub>3</sub> = 4.168
S <sub>1</sub> = 10.86 Kg/mm <sup>2</sup>		

CONDUCTOR CALIBRE 6 mm <sup>2</sup>		
HIPOTESIS I	HIPOTESIS II	HIPOTESIS III
$T_r = 193 \text{ Kg}$	$L = 20 \text{ m}$	$L = 20 \text{ m}$
$C_s = 3$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 7.905$	$t_3 = 50^\circ + S_3 = 3.005$
$A = 6 \text{ mm}^2$	$L = 25 \text{ m}$	$L = 25 \text{ m}$
	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 7.875$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 3.365$
$W = 0.065 \text{ Kg/m}$	$L = 30 \text{ m}$	$L = 30 \text{ m}$
$W_r = 0.096 \text{ Kg/m}$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 7.903$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 3.69$
$K = 0.0042$	$L = 35 \text{ m}$	$L = 35 \text{ m}$
$V = 60 \text{ Km/Hr}$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 7.785$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 3.975$
$D = 0.00472 \text{ m}$	$L = 40 \text{ m}$	$L = 40 \text{ m}$
$P_v = 0.0713 \text{ Kg/m}$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 7.755$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 4.235$
	$L_{\text{básico}} = 36.67$	$L_{\text{básico}} = 36.67$
$L = 20, 25, 30, 35 \text{ y } 40 \text{ m}$	$t_2 = 14^\circ\text{C} + S_2 = 7.7842$	$t_3 = 50^\circ\text{C} + S_3 = 4.071$
$T_1 = 64.3 \text{ Kg}$		
$S_1 = 10.72 \text{ Kg/mm}^2$		

B) Cálculo de la flecha máxima.

La flecha máxima viene dada por la expresión:

$$f = \frac{W_r \times L^2}{8.A.S}$$

donde  $W_r$  : Peso resultante del conductor Kg/m

L : Vano ..... m  
 A : Sección del conductor mm<sup>2</sup>  
 S : Esfuerzo en la hipotesis  
 considerada ..... Kg/mm<sup>2</sup>

Vano básico = Vano promedio +  $\frac{2}{3}$  (Vano máximo - Vano promedio).

C) Tabla de regulación.

En el cuadro N° 5.25 se muestran las flechas en metros para la temperatura considerada en la Hipótesis de templado y su vano correspondiente.

CUADRO N° 5.25

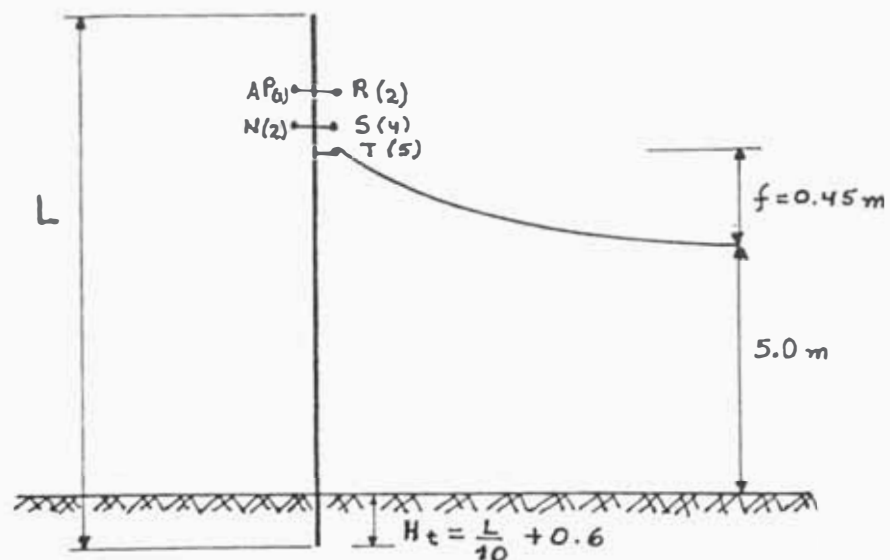
FLECHA DEL CONDUCTOR CALIBRE 16 mm <sup>2</sup>					
TEMPERATURA °C	V A N O (m)				
	20	25	30	35	40
14°C	0.0615	0.0957	0.137	0.185	0.240
Flecha máxima. Vano básico :	0.404				
FLECHA DEL CONDUCTOR CALIBRE 10 mm <sup>2</sup>					
TEMPERATURA °C	V A N O (m)				
	20	25	30	35	40
14°C	0.0644	0.100	0.144	0.196	0.256
Flecha máxima. Vano básico :	0.423				

FLECHA DEL CONDUCTOR CALIBRE 6 mm <sup>2</sup>					
TEMPERATURA °C	20	25	30	35	40
14°C	0.0685	0.1074	0.154	0.213	0.279
Flecha máxi ma. Vano básico :	0.447				

### 5.2.2. Cálculo mecánico de estructuras

#### A) Selección de la longitud del poste.

- Altura mínima del conductor más bajo al suelo 5.00 m.
- Longitud libre para flecha (de la Tabla ) 0.45 m.
- Separación entre conductores 0.15 m.



$$L = 5.00 + 0.45 + \frac{L}{10} + 0.60 + 0.30 + 0.30$$

$$L = 7.39 \text{ mts.}$$

Elegimos:

Postes de madera nacional tratada de longitud  $L = 8 \text{ m}$ .

B) Cálculo de esfuerzos.

Se considerará las siguientes hipótesis de acuerdo a la zona:

- a) Tracción de los conductores
- b) Velocidad del viento (60 Km/hr).

Cálculo de las hipótesis consideradas:

- a) Fuerza del viento sobre el poste ( $F_{vp}$ ) y su punto de aplicación ( $Z$ ).

$$F_{vp} = P_v \times A_{pv} \quad \text{Kg/m}^2$$

$$A_{pv} = H_{pv} \left( \frac{d_p + d_e}{2} \right) \quad \text{m}^2$$

$$Z = \frac{H_{pv}}{3} \left( \frac{d_e + 2 d_p}{d_e + d_p} \right) \quad \text{m}$$

donde:

$P_v$  = presión debido al viento  $\text{Kg/m}^2$

$A_{pv}$  = area del poste expuesta al viento  $\text{m}^2$

$H_{pv}$  = altura del poste expuesta al viento  $\text{m}$

$d_p$  = diámetro del poste en la punta  $\text{m}$

$d_e$  = diámetro del poste en el empotramiento  $\text{m}$

$Z$  = punto de aplicación de la  $F_{vp}$

$P_v = K V^2 \dots \dots \dots \text{Kg/m}^2$

$K = 0.0042$  (constante de las superficies cilíndricas)

$V =$  Velocidad del viento.

b) Fuerza de tracción de los conductores ( $F_t$ ).

Esta fuerza se calcula para el máximo esfuerzo de trabajo de los conductores:

$$F_t = 2 A S \operatorname{Sen} \frac{\alpha}{2} \dots\dots\dots \text{Kg}$$

donde:

$S =$  Máximo esfuerzo de trabajo  $\dots\dots\dots \text{Kg/mm}^2$

$A =$  Sección de los conductores  $\dots\dots\dots \text{mm}^2$

$\alpha =$  Angulo de la línea.

c) Fuerza del viento sobre los conductores ( $F_{vc}$ )

$$F_{vc} = L \times \varnothing_c \times P_v \times \operatorname{Cos} \frac{\alpha}{2}$$

donde:

$L =$  Vano básico (36.67):  $\dots\dots\dots \text{m}$

$\varnothing_c =$  Diámetro exterior del conductor  $\text{m}$

$P_v =$  Presión del viento  $\dots\dots\dots \text{Kg/m}^2$

$\alpha =$  Angulo de línea

d) Altura de empotramiento ( $H_t$ )

$$H_t = \frac{L}{10} + 0.60 \dots\dots\dots \text{m}$$

$L =$  Longitud del poste.

e) Diámetro del poste en el punto de empotramiento - ( $d_e$ ).

$$d_e = d_b - \left( \frac{d_b - d_p}{H_{pv} + H_t} \right) \times H_t$$

donde:

$d_p$  = diámetro del poste en la punta ..... m

$d_b$  = diámetro del poste en la base ..... m

$H_t$  = altura de empotramiento ..... m

$H_{pv}$  = altura del poste expuesto al viento . m

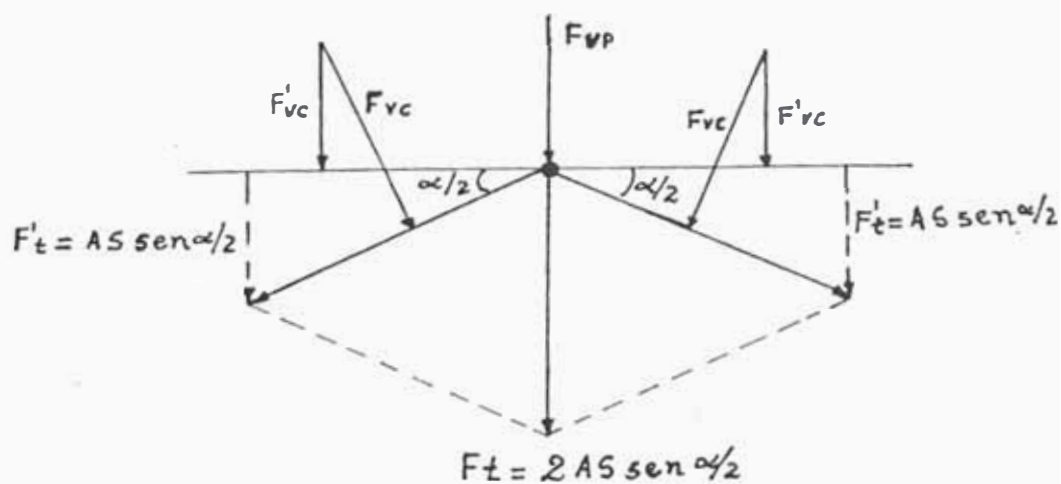
Características del poste a utilizar en la Red Secundaria.

CUADRO N° 5.26

CARACTERÍSTICAS DE LOS POSTES DE MADERA NACIONAL TRATADA									
Longitud $L$ (m)	$H_t$ (m)	$H_{pv}$ (m)	$d_p$ (m)	$d_b$ (m)	$d_e$ (m)	$Z$ (m)	Clase	Grupo	Carga de rotura Kg
8	1.40	6.60	0.127	0.224	0.207	3.036	6	D	680

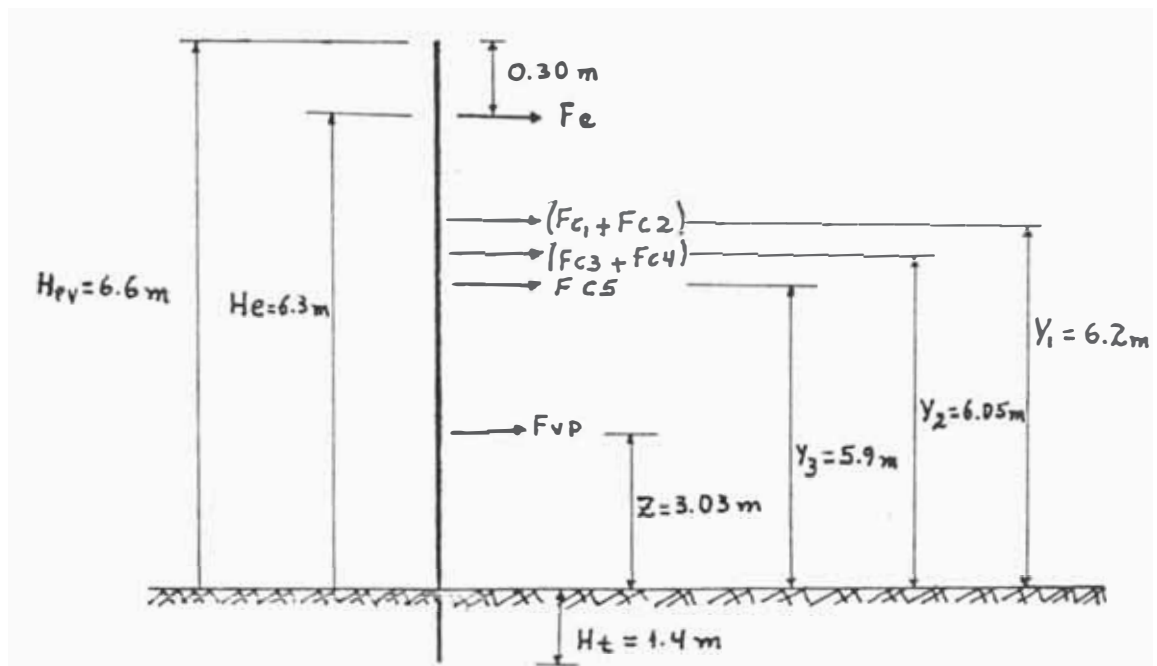
f) Fuerza equivalente ( $F_e$ ).

Estará referida a 0.30 m. de la punta del poste.



$$F_e = \frac{F_{vp} \times Z + (F_{c2}) Y_1 + (F_{c3} + F_{c4}) Y_2 + F_{c5} \times Y_3}{H_e} = \frac{M}{H_e}$$

donde:



$F_{c1}$  : Fuerza actuante del conductor de 1 (fase) AP Kg

$F_{c2}$  : Fuerza actuante del conductor de 2 (fase) R Kg

$F_{c3}$  : Fuerza actuante del conductor de 3 (neutro) N Kg

$F_{c4}$  : Fuerza actuante del conductor de 4 (fase) S Kg

$F_{c5}$  : Fuerza actuante del conductor de 5 (fase) T Kg

$H_e$  : Altura de la fuerza equivalente

$F_{vp}$  : Fuerza del viento sobre el poste

$Z$  : Punto de aplicación de la  $F_{vp}$

La fuerza actuante en el conductor será :

$$F_{c_i} = F_{v_c} + F_t$$

- En el cálculo de las estructuras se presentan los casos siguientes:



CALIBRES METRICOS DE LOS CONDUCTORES SEGUN LOS CASOS			
	C	A	S O S
	# CONDUCTORES		
		1	2
CALIBRE DE CONDUCTORES	1	6	6
	2	16	10
	3	10	10
	4	16	10
	5	16	10

$$M = F_e \times H_e$$

donde: M = Momento actuante

$F_e$  = Fuerza equivalente

$H_e$  = Altura equivalente

- Esfuerzo a la flexión ( $R_v$ )

$$R_v = \frac{M}{3.13 \times 10^{-5} c^3} \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

$$C = \pi D_e = 65.03 \text{ cm}$$

- Esfuerzo a la compresión ( $R_c$ )

$$R_c = \frac{Q}{S} \left( 1 + \frac{K \times h^2 \times S}{\mu \cdot I} \right) \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

donde: Q = Suma de cargas especiales (kg)

S = Sección en el empotramiento (336.54 cm<sup>2</sup>)

K = Coeficiente para postes de madera (2)

h = Altura libre del poste

$\mu$  = Para disposición en voladizo (0.25)

I = Momento de inercia mínimo en la sección.

$$\left(\pi \frac{d_e^4}{64} = 9012.62 \text{ cm}^4\right)$$

$c$  = Circunferencia en el empotramiento

$$(\pi d_e = 65.03 \text{ cm})$$

$d_e$  = Diámetro en el empotramiento (20.7 cm)

- Cálculo de  $Q$ :

- Peso del poste .....	150	Kg
- Aisladores (5) .....	30	
- Pastoral y luminaria .....	15	
- Conductores .....	25	
- Ferrería, (espigas, tuercas, etc)	20	
- Peso del operario con herramientas	100	
	340	Kg

$$Q = 340 \text{ Kg}$$

- Esfuerzo total ( $R_t$ )

$$R_t = R_v + R_c \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

---

VALORES DEL DIAMETRO EXTERIOR DE LOS  
CONDUCTORES

---

Calibre métrico $\text{mm}^2$	16	10	6
Diámetro exterior $\varnothing_c$	0.00670	0.00565	0.00472

---



---

PARAMETROS DE LA R.S.

$$P_v = 15.02 \text{ Kg/m}^2$$

$$A_{pv} = 1.102 \text{ m}^2$$

$$L' = 36.67 \text{ m}$$


---

CUADRO N° 5.27

VALORES DE $F_{vc}$							
$S \text{ mm}^2$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
16	3.71	3.70	3.68	3.65	3.58	3.21	2.62
10	3.12	3.12	3.10	3.08	3.02	2.71	2.21
6	2.61	2.60	2.59	2.57	2.52	2.26	1.85

VALORES DE $F_t$							
$S \text{ mm}^2$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
16	15.03	30.03	44.98	59.84	89.19	172.3	243.67
10	9.47	18.93	28.35	37.72	56.22	108.6	153.58
6	5.61	11.21	16.79	22.34	33.29	64.32	90.96

VALORES DE $F_{ci} = F_{vc} + F_t$							
$S \text{ mm}^2$	5°	10°	15°	20°	30°	60°	90°
16	18.74	33.73	48.86	63.49	93.92	175.51	246.29
10	12.59	22.05	31.45	40.8	59.24	111.31	155.79
6	8.22	13.81	19.38	24.91	35.81	66.58	92.81

CUADRO N° 5.28

C A S O 1					
$\alpha$	M (Fg-m)	$R_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$R_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$R_t$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$F_e$ (kg)
5	590.24	68.57	14.16	82.73	93.68
10	1008.53	117.17	14.16	131.33	160.08
15	1425.0	165.56	14.16	179.72	226.19
20	1838.85	213.64	14.16	227.8	291.88

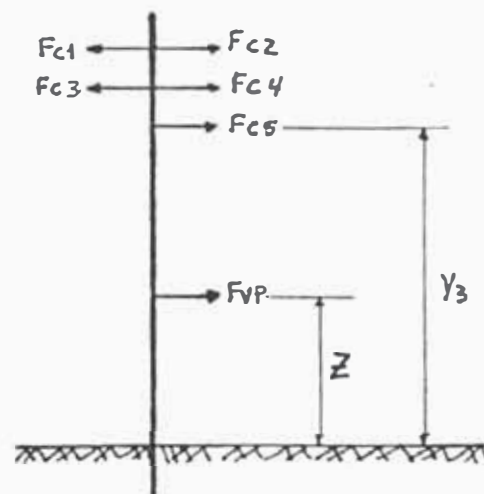
30	2655.5	308.52	14.16	322.68	421.5
60	4962.66	576.58	14.16	590.74	787.72
90	6935.0	805.73	14.16	819.89	1100.79

C A S O 2					
$\alpha$	M(Fg-m)	$R_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$R_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$R_t$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$F_e$ (Kg)
5	478.83	55.63	14.16	69.79	76.0
10	796.45	92.53	14.16	106.69	126.42
15	1112.65	129.27	14.16	143.43	176.612
20	1426.83	165.77	14.16	179.93	226.48
30	2046.73	237.79	14.16	251.95	324.87
60	3797.02	441.15	14.16	455.31	602.70
90	5291.99	614.84	14.16	629.	839.99

C) Estructura de alineamiento.

En este tipo de estructura actúa solamente las fuerzas del viento.

Longitud del poste		8.00 m
$P_v$	Kg/m <sup>2</sup>	15.12
$A_{pv}$	m <sup>2</sup>	1.102
$F_{vp}$	KG	16.66
Z	m	3.036
$H_e$	m	6.30
$F_e$	KG	8.01



$$F_e = \frac{F_{vp} \times Z}{H_e}$$

## D) Estructura de cambio de dirección.

Analizaremos para los casos considerados:

CUADRO N° 5.29

VALORES DE $F_e$		
$\alpha$	1	2
CASOS		
5	93.68	76.0
10	160.08	126.42
15	226.19	176.61
20	291.88	226.48
30	421.5	324.87
60	787.72	602.70
90	1100.79	839.99

Según el cuadro se usarán postes en:

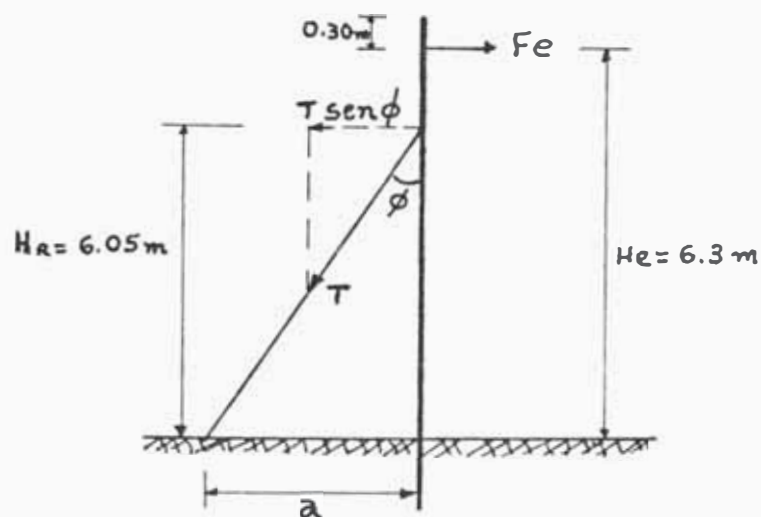
TIPOS	1	2	3	Retenidas
CASOS				
Alineamiento	20°	30°	30°	Sin
Angulo	20-90°	30-90°	30-90°	Con

## E) Cálculo de retenidas.

a) Para compensar los esfuerzos mayores a 340 Kg; en los postes de la red secundaria se usarán retenidas, cuyas características serán:

Material .....	Acero galvanizado
N° de hilos .....	7
Diámetro del cable .....	9.53 mm

Carga de rotura .....	3,159 Kgs
Factor de seguridad .....	2



VALORES DE  $F_e$  PARA DIFERENTES VALORES DE "a"

a (m)	$F_e$ (Kg)
3	673.84
4	836.54
5	966.28

Estos son los valores límites que podemos dar a las retenidas.

Si las fuerzas son mayores usaremos retenidas dobles.

- Según el cuadro N° 5.29
- (20-60)° 1 retenida
- (60-90)° 2 retenidas

En caso de usar retenidas tipo contrapunta.

- Se halla que la fuerza máxima que puede aplicarse a la retenida:

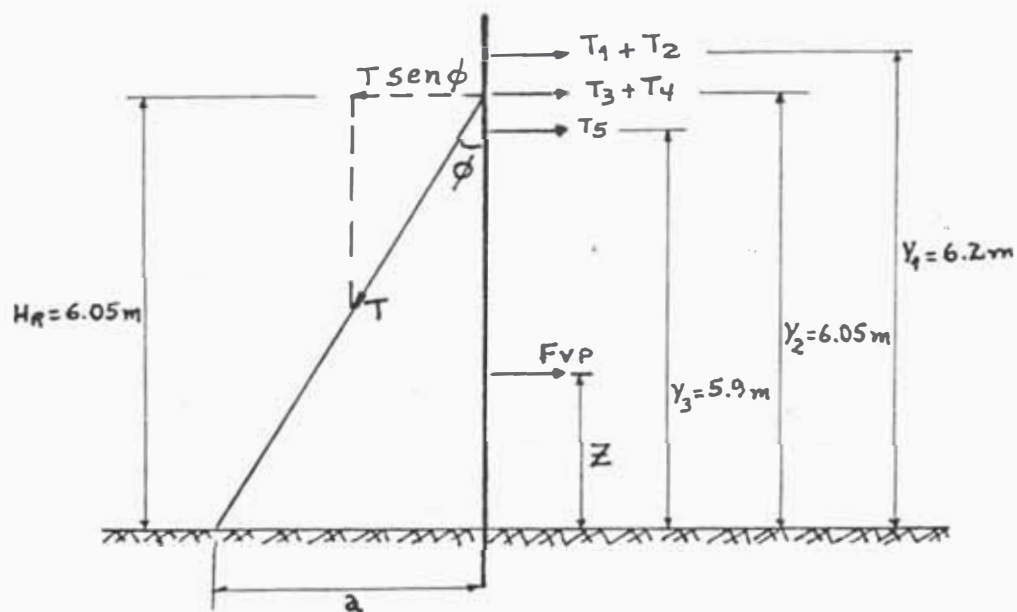
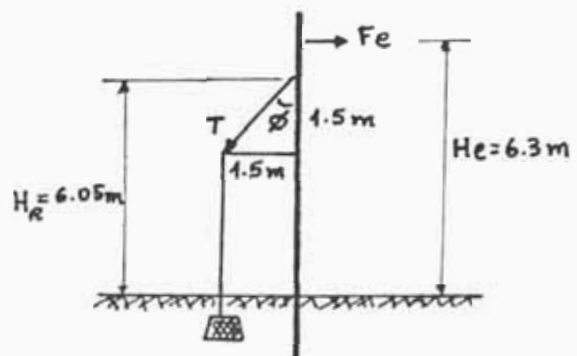
$$F_e = 1,0761.1 \text{ Kg}$$

- b) Cálculo de retenida - en fin de línea.

Se calculará para el caso crítico:

$$(3 \times 10 + 1 \times 10 + 1 \times 6) \text{ mm}^2$$

S.P.            N            A.P.



$$T = \frac{F_{vp} \times Z + (T_1 + T_2) \times Y_1 + (T_3 + T_4) \times Y_2 + T_5 \times Y_3}{H_R \times \text{Sen } \phi}$$

donde T : Tiro de trabajo de la retenida

T<sub>1</sub> : Tiro del conductor de 6 mm<sup>2</sup> (AP)

T<sub>2</sub> : Tiro del conductor de 10 mm<sup>2</sup> (R)

$T_3$  : Tiro del conductor de  $10 \text{ mm}^2$  (N)

$T_4$  : Tiro del conductor de  $10 \text{ mm}^2$  (S)

$T_5$  : Tiro del conductor de  $10 \text{ mm}^2$  (T)

CUADRO N° 5.30

a(m)	$T_1$ (Kg)	$T_2$ (Kg)	$T_3$ (Kg)	$T_4$ (Kg)	$T_5$ (Kg)	T
3	64.3	108.6	108.6	108.6	108.6	1378.0
4	64.3	108.6	108.6	108.6	108.6	1110.43
5	64.3	108.6	108.6	108.6	108.6	960.51

Como:

Tiro de trabajo de la retenida = 1579.5 Kg

Según el cuadro N° 5.30, vemos que para valores de:

a = 3-5 mts. se usará una sola retenida.



## CAPÍTULO 6

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES

#### 6.1. SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA

##### 6.1.1. Postes y crucetas.

###### a) Objeto

Las presentes especificaciones comprenden la fabricación, pruebas y suministro de postes y crucetas de madera tratada de procedencia nacional.

###### b) Especificaciones generales.

Normas aplicables.

La fabricación y pruebas de postes y crucetas deberán cumplir con lo estipulado según las Normas elaboradas por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas Industriales y Normas Técnicas (ITINTEC) vigentes.

ITINTEC 251.001 Glosario de maderas

ITINTEC 251.021 Postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía. Glosario.

ITINTEC 251.022 Postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía. Requisitos generales.

ITINTEC 251.023 Postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía. Ensayos de rotura.

ITINTEC 251.025 Postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía = Extracción de muestras.

ITINTEC 251.026 Postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía. Comprobación del

grado de penetración de los preservantes.

ITINTEC 251.027 Postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía - Comprobación del valor tóxico y permanencia del preservante.

- Métodos de preservación.

Se aceptarán los métodos de tratamiento para preservación establecidos en la norma ITINTEC 251.019. De preferencia se aceptarán los tratamientos de preservación siguientes:

- Tratamiento con baño caliente-frío
- Tratamiento con presión en célula llena o célula vacía.
- Tratamiento Boucherie.

Igualmente se considerará aceptable el tratamiento en Sales Osmose K-33 (o el tratamiento equivalente) según las Normas de la American Wood Preserver's Association (C4-70).

- Sustancias o soluciones preservantes.

Se aceptarán las sustancias o soluciones preservantes clasificadas en la norma ITINTEC 251.020.

De preferencia se aceptarán las siguientes sustancias o soluciones:

- Preservadores insolubles en agua como la creosota - ( $80 \text{ Kg/m}^3$ ).
- Preservadores orgánicos solubles en agua como las sales derivadas del pentaclorofenol ( $6 \text{ Kg/m}^3$ ).

- Preservantes hidrosolubles a base de cromo, cobre y boro o cobre arsénico y solución amoniacal o cobre, cromo y arsénico ( $10 \text{ Kg/m}^3$ ).

- Tolerancias permitidas.

Se ajustarán a lo establecido en la Norma ITINTEC 251.022.

Inscripciones en los postes.

Los postes a 3 metros de la base llevarán las siguientes marcas:

- Código del productor.
- Especie forestal.
- Clave, grupo, largo del poste y clase.
- Tratamiento preservador, N° de tratamiento y año.

Los momentos de flexión a la rotura son aquellos calculados según las normas ITINTEC 251.021 y 251.022.

#### c) Inspección y Pruebas.

Los postes deberán ser inspeccionados y probados según las normas ITINTEC 251.022, ITINTEC 251.023 para los ensayos de rotura, ITINTEC 251.025 para la extracción de muestras, ITINTEC 251.026 para la comprobación del grado de penetración de los preservantes, ITINTEC 251.027 para la comprobación del valor tóxico y permanencia del preservante.

#### d) Transportes y Entrega.

Los postes deberán ser izados y manipulados, de tal modo que en las maniobras no sean sometidos a esfuerzos dinámicos que produzcan deterioro en los mismos. Durante el transporte se deberá evitar igualmente esfuerzos de este -

tipo.

e) Planos y Esquemas.

Los esquemas que se adjuntan a estas especificaciones servirán como guía para la fabricación de los postes y -  
cruceas.

Los esquemas muestran las dimensiones y ubicación de los huecos que deberán ser taladrados, en el caso de los postes, antes de su tratamiento y después de su secado y fabricación.

Los postes de madera tratada deberán ser cortados taladrados y/o rebajados, según lo especificado en los planos - del proyecto.

f) Descripción del Material.

Los postes y cruceas a ser adquiridos serán de las - siguientes características:

Partida P.1

Postes de madera tratada de 11 metros de longitud total, clase 6 (680 Kg de carga de rotura y grupo C (600 a 700 Kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo máximo de flexión estática).

Estos postes se utilizarán como soportes en alineamiento, también servirán como soportes en estructuras de doble retención y terminales y en derivaciones con ángulo de línea entre 5° y 90°.

Partida P.2

Postes de madera tratada de 11 metros de longitud, - clase 5 (860 Kg. de carga de rotura) y grupo C (600 a 700

Kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo máximo de flexión estática).

Estos postes servirán como soportes de estructuras de la subestación de distribución.

Partida C.1.

Crucetas de madera cepillada y con tratamiento. Serán - de madera del tipo Huayruru, lagarto o tornillo, de dimensiones 3 1/2" x 4 1/2" x 1.20 metros de longitud.

#### 6.1.2. Aisladores y Accesorios

Aisladores.

a) Objeto.

Estas especificaciones cubren el suministro - de aisladores para la red primaria 10 KV de la localidad de Sapalache, describen su calidad mínima aceptable, su fabricación y entrega.

b) Normas Aplicables.

El material cubierto por estas especificaciones cumplirá con las prescripciones de las siguientes - normas, según la versión vigente:

ANSI C 29.1            1961 Test Methods for Electrica Power -  
Insulators.

ANSI C 29.2            1972 Wet Process Porcelain Insulators -  
(Suspension Type).

ANSI C 68.1            Measurement of Voltage in Dielectric -  
Test.

IEC Pub. 274 y        1960 Test Methods for Electric Power In  
B.S. 137                sulators.

I E C                    Publication 87-274.

ASTM A 153 Zinc coated (Hot Dip) on Iron and Steel Hardware.

c) Material.

Material del dieléctrico.

El material dieléctrico aislante será de porcelana. - La porcelana de los aisladores deberá ser sana, libre de defectos y vitrificada, de manera que el aislamiento no dependa de la capa vitrificante. Dicha capa deberá ser lisa, dura, de matiz uniforme y cubrirá completamente todas las partes expuestas del aislador.

Materiales de las partes metálicas.

Las partes de metal serán de hierro fundido de calidad excelente o de acero de horno eléctrico o de horno abierto. Serán galvanizados, de acuerdo a las especificaciones ASTM A 153-49 para recubrimiento con zona en caliente.

d) Instrucciones de Embalaje.

El embalaje se hará en cajones de madera con los aditamentos necesarios para garantizar la integridad de los aisladores durante el transporte hasta el lugar de destino.

e) Características principales de los Aisladores (tipo - disco).

Los aisladores serán del tipo campana con ensamble tipo bola y casquillo y configuración del dieléctrico similar a la del modelo identificado como Clase ANSI 52-3

Los aisladores deberán llevar una indicación clara del modelo, marca de fábrica, año de fabricación y carga - de rotura correspondiente.

#### Dimensiones.

Los aisladores deberán tener las siguientes dimensiones:

Espaciamiento	:	5-3/4"	(146 mm)
Diámetro	:	10"	(254 mm)
Longitud de línea de fuga mínima	:	11.5"	(29.21 cm)
Longitud de flameo - seco	:	7.75"	(19.685 cm)

Acoplamiento ANSI tipo B.

#### - Características mecánicas.

Los aisladores deberán tener características mínimas como:

Resistencia eléctrica y mecánica combinadas	:	15,000 Lbs (6800 Kgs)
Resistencia mecánica al impacto	:	55 Pulgs. lbs.

#### - Características eléctricas.

Cada aislador deberá tener por lo menos las siguientes características eléctricas:

Tensión de descarga para una onda de impulso positiva de 1.4 x 40 us		125 KV
Tensión de descarga para una onda de impulso negativa de 1.4 x 40 us		130 KV

Tensión de descarga a 60 Hz en seco	80 KV
Tensión de descarga a 60 Hz en húmedo	50 KV
Tensión de perforación a 60 Hz	110 KV

Perturbaciones de radio frecuencia.

El aislador sometido a prueba, no deberá producir - una tensión de influencia de radio frecuencia (RIV) a 1,000 KHz superior a 50 microvolts, cuando se prueba de acuerdo a las normas ANSI correspondientes.

f) Características principales de los aisladores tipo Pin (o espiga).

Los aisladores tipo Pin tendrán configuración del dieléctrico similar a la del modelo identificado como clase ANSI 55-5.

Dimensiones:

Tipo	:	Radiofrecuencia
Longitud de fuga	:	12" (305 mm)
Longitud de flameo en seco:	:	6 1/4" (160 mm)
Altura mínima del Pin	:	6" (152 mm)

Diámetro del taladro:

para el Pin	:	1" (24.5 mm)
-------------	---	--------------

Características mecánicas:

Resistencia en voladizo 3,000 lbs (1,360 Kgs).

Características eléctricas.

Tensión de descarga en seco a



baja frecuencia	45 KV
Descarga de impulso, tensión positiva	140 KV
Descarga de impulso, tensión negativa	170 KV
Tensión de perforación a baja frecuencia	115 KV

Perturbaciones de radio frecuencia.

El aislador sometido a prueba no deberá producir una tensión de influencia de radio frecuencia (RIV) 1000 - KHz superior a 100 micro voltios, cuando se prueba de acuerdo a las normas ANSI correspondientes.

#### A) ACCESORIOS.

Accesorios de montaje para conductor de aleación de aluminio y conectores eléctricos.

##### a) Objeto.

Esta especificación cubre el suministro de juntas de empalme, manguitos de reparación, varillas de armar preformadas y conectores eléctricos.

##### b) Normas Aplicables.

Los materiales cubiertos por estas especificaciones cumplirán, donde sean aplicables, con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente:

ASTM A 153 Zing Coating (Hop Dup) on Iron and Steel Hardware.

ASTM B 230 Hard Drawn Aluminium EC H99 for Electrical Purpose.

ASTM B 399 Concentric Lay Stranded 6201-T 81 Aluminium Alloy conductors (Non Compact Stranding).

c) Descripción del material.

Manguitos de empalme.

Se utilizarán para conectar dos tramos de los conductores especificados y serán de tipo compresión, de aluminio con resistencia a la tracción, no inferior al 100% de la carga de rotura del conductor.

La conductibilidad eléctrica y capacidad de corriente del empalme realizado, no deberán ser inferiores a las del conductor.

Todos los manguitos de empalme consistirán del menor número de partes que sea posible y no causarán movimiento relativo entre las capas de hilos del conductor que altere su normal comportamiento.

Se usarán las herramientas y dados apropiados para su instalación.

El suministro de las juntas de empalme incluirá la cantidad de pasta necesaria para ejecutar los empalmes.

Serán apropiados para conductores de aleación de aluminio de  $16 \text{ mm}^2$  de sección.

Conectores eléctricos - Grapas conectoras de doble vía:

Para conectar dos conductores Aldrey-Aldrey en uniones de cuello muerto de los conductores y con deri-

vacaciones.

Serán de aluminio de muy alta conductividad, de aleación de aluminio siliceo 356 T 6, de dos vías paralelas, pernos con tuercas y arandelas de presión de acero galvanizado, de alta resistencia, con tratamiento térmico.

Apropiados para conductores de aleación de aluminio de  $16 \text{ mm}^2$ .

B) ACCESORIOS PARA CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSION Y AISLADORES TIPO PIN.

a) Objeto.

Estas especificaciones cubren las condiciones requeridas para el suministro de accesorios para cadena de aisladores de suspensión tipo bola y casquillo y aisladores tipo Pin o Espiga, describen su calidad mínima aceptable, su tratamiento, inspección y entrega. Si existiera discrepancia entre estas especificaciones y cualquier otra a la que se haga referencia aquí, deberán respetarse las presentes especificaciones.

b) Normas Aplicables.

El material cubierto por estas Especificaciones cumplirá con la prescripción de la siguiente norma en donde ésta sea aplicable:

ASTM A 153      Zinc Coating (Hot Dip) on Iron Steel  
Hardware.

c) Descripción del Material.

- Todos los accesorios de acero serán galvanizados de acuerdo a la norma ASTM - A 153.
  - Todos los accesorios que sean suministrados deben ser piezas de uso corriente en la construcción de Líneas de Transmisión y de las cuales los fabricantes mantienen normalmente existencias en almacén.
  - Los pasadores deben ser de bronce o latón, se solicitará a los proveedores presentar ofertas alternativas para suministrar pasadores de acero inoxidable.
- d) Accesorios para aisladores de suspensión, disco tipo bola y casquillo.

Grapa de anclaje:

Serán del tipo a presión con pernos de sujección en U, lo más liviano posible y diseñadas de modo de eliminar durante su operación la posibilidad de pérdida de pernos, debido a la vibración o a otras causas.

Su diseño deberá evitar deformaciones en el conductor y en los hilos de la trenza y evitará que se produzcan deslizamientos o daños bajo una carga no menor del 85% de la fuerza de rotura del conductor que retiene.

Las partes en contacto con el conductor, serán hechas de aleación de aluminio probada y completamente libres de esfuerzos e imperfecciones. Las partes sujetas a fricción, pernos, etc. serán de acero galvanizado en caliente.

Serán aptas para alojar el conductor de aleación de aluminio, 7 hilos, de calibre  $16 \text{ mm}^2$ .

Grapa de Angulo.

Serán del tipo a presión, livianos, diseñadas para eliminar cualquier posibilidad de deformación de los conductores cableados y de separación de los hilos del conductor. Las partes internas estarán lisas y libres de ondulaciones, bordes cortantes y otras irregularidades.

Serán de aleación de aluminio. Las partes sujetas a fricción, pernos, etc. serán de acero galvanizado en caliente y diseñadas de modo que ninguna pérdida ferro-magnética ocurra en las grapas.

Permitirán alojar el conductor de aleación de aluminio de calibre de  $16 \text{ mm}^2$  y su correspondiente varilla de armar preformada.

Adaptador casquillo-bola.

El adaptador horquilla-bola (Ball-Clevies) será de acero galvanizado en caliente, adecuado a las dimensiones del casquillo del aislador.

Clasificación ANSI tipo B o IEC de 76 mm. extensión mínima de 76 mm, enganche tipo pasador.

Clasificación ANSI, tipo B, extensión mínima de 250 mm, enganche tipo pasador según se requiera.

Adaptador casquillo-ojo.

El adaptador casquillo-ojo (Socket eye), será de acero galvanizado en caliente, adecuado a las dimensiones de las grapas correspondientes. Clasificación ANSI tipo B o IEC de 16 mm., extensión mínima 51 mm.

Accesorios para aislador tipo Pin.

Espiga de soporte de aislador fijo en vértice del poste.

Serán construídos con un perfil de acero galvanizado - "U" de 2" x 1 1/2" x 3/16", uno de cuyos extremos se ahusará recibiendo en esta punta redondeada un adaptador roscado de plomo de 1 3/8" de diámetro x 2" de longitud para fijar el aislador tipo espiga.

Tendrá una longitud total de 20", dos huecos de 11/16"  $\emptyset$  espaciados 8" (20 cms).

Espiga de soporte de aislador fijo en cruceta de madera.

Será de acero galvanizado, de longitud total de 12 1/2" La parte superior tendrá 7" de longitud y en la punta un adaptador roscado de plomo de 1 3/8" de diámetro - x 2" de longitud.

Desde el tope hasta el extremo inferior de 5 1/2" y - tendrá 2 3/4" de parte roscada. Vendrá con sus respectivas tuercas y arandelas.

Espaciador soporte de espiga para vértice de poste.

De 3" x 1/4" para instalarse mediante dos pernos de 5/8"  $\emptyset$  espaciados 8" (20 cms) de longitud. Permitirá espaciar la espiga del aislador por lo menos 6".

Tubo espaciador de espiga.

De 3/4" para proporcionar mayor rigidez al sujetador - de espiga en vértice del poste. Su longitud se adecuará al espaciamiento que permita el espaciador o sopor-

te de espiga.

C) ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA MONTAJE DE LAS LINEAS Y DE ACCESORIOS PARA RETENIDAS, ANCLAJE.

a) Normas Aplicables.

El material cubierto por esta especificación cumplirá donde corresponda con las prescripciones de las siguientes normas:

- ASTM B 415 - 64 T      Hard Drawn Aluminium
- ASTM B 416 - 64 T      Concentric Lay Stranded -  
Aluminium Clad Steel Conductors.

b) Descripción de los Materiales.

Brazos de perfil angular L.

Brazos soporte de crucetas, serán de acero galvanizado de 1 1/4" x 1 1/4" x 3/16".

Con longitud de 700 mm y 500 mm, según el tipo de armado.

Pernos maquinados.

Serán de acero galvanizado en caliente.

Previsto con su respectiva tuerca:

5/8"  $\emptyset$  x 8" longitud total x 4" longitud roscada mínima.

5/8"  $\emptyset$  x 12" longitud total x 6" longitud roscada mínima.

Pernos de ojo.

Serán de acero galvanizado en caliente. Deberán estar provistos de sus respectivas tuercas. El diámetro interior del ojo será de 1 1/2" mínimo.

5/8"  $\emptyset$  x 10" de longitud total x 6" de longitud roscada mínima.

Pernos doble armado.

Serán de acero galvanizado en caliente.

Sin cabeza y roscado en toda su extensión. Deberán estar provistos de sus respectivas tuercas.

5/8"  $\emptyset$  x 18" de longitud total x 8" de longitud roscada mínima.

5/8"  $\emptyset$  x 10" de longitud total x 6" de longitud roscada mínima.

Pernos de coché.

Serán de acero galvanizado en caliente. Deberá tener su respectiva tuerca, de dimensiones 3/8"  $\emptyset$  x 4 1/2" de longitud total x 3" de longitud roscada mínima.

Tuerca de ojo.

Serán de acero galvanizado en caliente para ser usados con pernos de 5/8"  $\emptyset$ .

Tendrán un diámetro interior mínimo de 1 1/2" y un espesor mínimo de 1/2"  $\emptyset$ .

Arandelas cuadradas.

Serán de acero galvanizado en caliente.

2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" de espesor, con hueco de 13/16" para usarse con pernos de 5/8"  $\emptyset$ .

4" x 4" x 3/16" de espesor, con hueco de 13/16"  $\emptyset$  para usarse con la varilla de anclaje de 5/8" en el bloque de concreto.



Arandelas redondas.

Serán de acero galvanizado en caliente.

- 1.3/8"  $\emptyset$  x 3/16" de espesor con hueco de 7/16"  $\emptyset$  para usarse pernos de 3/8"  $\emptyset$ .
- 1.3/8"  $\emptyset$  x 3/16" de espesor con hueco de 11/16"  $\emptyset$  - para usarse con pernos de 5/8"  $\emptyset$ .

Contratuercas.

Serán de acero galvanizado en caliente para usarse con pernos de:

- Para perno de 5/8"  $\emptyset$
- Para perno de 3/8"  $\emptyset$

Banda para retenidas.

Serán curvas de 4" x 8", calibre N° 14 de espesor, provistas con cuatro huecos de 3/16"  $\emptyset$  para ser sujetados al poste mediante clavos.

Gancho para soporte de retenidas.

Serán de 4" de altura con hueco de 11/16"  $\emptyset$ , tendrán la parte doblada de 1 3/4" x 3/8" medio ovalada para prevenir daños al cable de retenida.

Guardacabo tipo U.

Será de acero galvanizado en caliente en forma de "U" y servirán para soportar y proteger el cable de retenida de acero S.M. de 7/16"  $\emptyset$  en el perno de ojo y en el ojo de la varilla de anclaje.

Clavos de acero.

Serán del N° 9 con una longitud de 3" para emplearlos

en la sujeción de la banda de retenida al poste.

Varilla de anclaje.

Serán de acero galvanizado en caliente, de 3/4"  $\emptyset$  x -  
2.40 metros de longitud total, en un extremo tendrá -  
un ojo de 1"  $\emptyset$  interior con una longitud soldada de -  
4", en el otro extremo llevará 4" de longitud roscada  
vendrá provisto de tuerca y contratuerca.

Cable de acero para retenida.

Serán de acero galvanizado, grado sumens martin sin -  
alma de cañamo y sin grasa, formado por 7 hilos de  
7/16"  $\emptyset$  de diámetro total y de carga de rotura mínima -  
de 9,350 libras.

El cable deberá embalsarse en carretes no retornables  
de madera. El tambor deberá ser suficientemente fuere  
te para proteger debidamente el cable durante el transpo  
rte y manipuleo, desde la fábrica hasta el lugar -  
del montaje. En todo caso la parte cilíndrica del -  
tambor llevará listones de madera para mayor protecci  
ón del cable.

Loza de concreto para anclaje.

Será de concreto armado de 1:2:4.

Tendrán las medidas de 0.50 x 0.50 x 0.15 m. con un -  
huevo central de 13/16"  $\emptyset$  y estarán armadas con varill  
as de fierro corrugado de construcción de 3/4"  $\emptyset$  x  
0.40 mts. de longitud.

La grava tendrá un tamaño máximo de 13 mm.

## D) ACCESORIOS PARA PUESTA A TIERRA.

## a) Normas Aplicables.

El material cubierto por esta especificación cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas, donde correspondan:

- Solid Bare, High Strenght and Extra High Strenght Copperweld Wire Copperweld - Steel Co. ER-35.  
ASTM B 227.
- Small sizes High Strenght Copperweld - Wire: Copperweld Steel Co. ER-1801.

## b) Descripción del Material.

Conductor de cobre para puesta a tierra.

Será de cobre electrolítico y tendrá una conductividad mínima del 99.66% I.A.C.S. a 20°C, para el temple semiduro, el mismo que corresponde a la norma - ASTM B 399.

El conductor pasará las pruebas de características mecánicas y eléctricas de la norma ASTM B 56 para conductor sólido.

Será de temple semiduro, sólido, desnudo. De calibre 16 mm<sup>2</sup>.

Varilla de puesta a tierra.

Será de Copperweld de 5/8" Ø x 8' de longitud.

Grapas tipo "U"

Serán del tipo "U" de 2" x 1/2". Se usarán para fijar el conductor de tierra al poste.

### 6.1.3. Conductores Eléctricos

#### a) Objeto.

Estas especificaciones cubren el suministro del conductor de aleación de aluminio, describen su calidad mínima aceptable, su fabricación, pruebas y entrega.

#### b) Normas Aplicables.

El suministro del lingote de aluminio, fabricación de alambres trenzado del conductor, inspección y pruebas para el conductor cubierto por estas especificaciones cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas:

IEC	208-209	Comisión Electrotécnica Internacional.
ASTM B	398-63 T	and American Society for Testing and Materials.
ASTM B COPANT	399-63 T	Comisión Panamericana de Normas Técnicas.

Asimismo los calibres, dimensiones y demás características, estarán de acuerdo con la Norma 019 - CA-2/83 de la D.G.E. del Ministerio de Energía y Minas.

Las características eléctricas y mecánicas del conductor de aleación de aluminio serán aquellas especificadas en la Norma ITINTEC P370.227 o alternativamente la Norma IEC 104.

Protección anticorrosiva.

El fabricante especificará el tipo de grasa anti-

corrosiva que se aplicará sobre el conductor.

c) Calibres.

Los calibres requeridos son:

Calibre	mm <sup>2</sup>	Nº de hilos
16	16	7

d) Descripción del material.

El conductor será cableado concéntrico de aleación de aluminio, del tipo aluminio, magnesio y silicio. La aleación tendrá una conductividad mínima del 53% IACS, temple semiduro. Sus características principales requeridas son las que se enumeran en el cuadro N° 5.1.

e) Pruebas de Inspección.

El fabricante presentará al supervisor de Obra, copias certificadas de los documentos que demuestren que los hilos empleados para fabricar el conductor han sido - muestreados, según lo establecido en la sección 5 de la especificación ASTM B-398-63 T y que han pasado satisfactoriamente las pruebas que dicha especificación señala en las secciones 6, 7, 8 y 10.

La prueba de rotura del conductor terminada se realizará sobre el 3% de los carretes, de acuerdo a lo indicado en el capítulo 8B de la Norma ASTM B 399-63 T.

f) Garantía.

El fabricante deberá garantizar las características eléctricas y mecánicas de los conductores especificados

g) Embalaje.

El conductor será embalado en forma apropiada, en ca-

rretes de madera, de construcción robusta, libre de clavos que puedan dañar al conductor, pintado interna y externamente.

Llevarán una capa de papel a prueba de agua alrededor del cilindro, debajo del conductor y otro protegiendo el enrollado exterior. Encima se cubrirán con viguetas de madera. Esto último se colocará después de haber sacado las muestras para las pruebas de aceptación. Las dimensiones del carrete serán establecidas por el proveedor.

La longitud que el fabricante se propone suministrar - en cada carrete será establecido en su propuesta, pero éstas no serán inferiores a 3,250 metros. El 90% del lote del conductor a suministrarse deberán embalarse - en carretes que contengan tramos que varien en  $\pm 3\%$  de la longitud nominal del conductor.

Se admitirá que una cantidad del 10% de la totalidad - del conductor a suministrarse tenga largos diferentes, pero ninguno de los últimos deberá tener un largo menor del 50% o mayor del 120% de lo acordado.

En cada carrete de madera, en lugar visible, deberá - estar impresa la siguiente información:

Referencia al proyecto : Electrificación Sapalache.

Tipo y calibre del conductor :  $\text{mm}^2$

Longitud del conductor : (mm)

Peso bruto : (Kg)

Peso neto : (Kg)

Nombre del fabricante.

Fecha de fabricación.

Sentido de arrollamiento.

Todas las dimensiones deberán ser expresadas en unidades métricas.

#### 6.1.4. Transformadores de Distribución

Inspección y Pruebas.

El propietario podrá inspeccionar y probar la calidad de los materiales utilizados, tanto durante la fabricación, como al final de ella.

Las inspecciones y pruebas estarán de acuerdo a los requisitos de las normas y código apropiado.

El fabricante entregará al propietario para su aprobación copias de los certificados de todas las pruebas efectuadas.

Todas las pruebas consideradas en las normas como pruebas de rutina, serán ejecutadas en cada una de las unidades del equipo a ser suministrado.

Las tolerancias de los valores garantizados en todos los equipos a suministrarse no deberán exceder los valores especificados en las normas indicadas. (ITINTEC 370.002)

##### a) Normas Aplicables.

El equipo comprendido en esta especificación será construido de acuerdo a las normas nacionales (ITINTEC) o normas internacionales aceptables para este tipo de equipos, tales como (C.E.I. Comisión Electrotécnica Internacional).

## b) Características de los transformadores.

Los transformadores serán trifásicos, en baño de aceite, con enfriamiento natural, con arrollamiento de cobre y núcleo de hierro silicoso, laminado en frío para montaje al exterior (intemperie), de las siguientes características:

- Potencia nominal continua	:	100 KVA
- Frecuencia	:	60 Hz
- Altura de trabajo	:	2,500 m.s.n.m.
- Tensión nominal primaria en vacío	:	$10 \pm 2 \times 2.5\%$ KV
- Tensión nominal secundaria en vacío	:	400-230 V
- Grupo de conexión	:	D y S
- Tensión de cortocircuito	:	
- Nivel de aislamiento interno:		
° A onda de impulso	:	95 KV pico
° A frecuencia industrial	:	34 KV
- Nivel de aislamiento externo:		
° A onda de impulso	:	125 KV pico
° A frecuencia industrial	:	40 KV

## c) Requerimiento de diseño.

- Corriente de excitación en vacío a tensión y frecuencia nominales, deberá ser lo más pequeño posible.
- Resistencia a fallas de cortocircuito.

Los arrollamientos del transformador soportarán los esfuerzos mecánicos y térmicos causados por corrientes de cortocircuito evaluadas, considerando sólo la impedancia del transformador.



- Exigencias térmicas.

El transformador resistirá sin peligro sobre cualquier toma y en las condiciones de servicio los efectos térmicos causados por corrientes de cortocircuito en los bornes de cualquier arrollamiento, para los siguientes períodos de trabajo:

- ° Dos segundos, si el valor de la corriente de cortocircuito es superior a 20 veces la corriente nominal.
- ° Tres segundos, si el valor de la corriente de cortocircuito es igual o inferior a 20 veces la corriente nominal.

d) Requerimientos de Construcción.

Tanque y estructura interior.

- ° El tanque será de estructura de planchas de acero soldadas y deberá soportar durante 10 minutos una presión interna, equivalente a la presión de ruptura de la placa de seguridad, con todos los accesorios instalados en el tanque.

Además resistirá y mantendrá en forma continua un vacío de 750 mm de Hg.

- ° El transformador estará provisto de una válvula de descarga a fin de evacuar el aceite en caso de incremento anormal de la presión interior. Esta descarga deberá efectuarse en dirección al suelo.
- ° El tanque deberá proveerse de válvulas necesarias para el vaciado y toma de muestras del aceite.

° Los arrollamientos se diseñarán de modo que la distribución inicial de potencia causada por las ondas viajeras de impulso, resulte tan uniforme como sea posible a fin de evitar oscilaciones de potencia y soportar las sobretensiones producidas durante la operación de los interruptores.

- Aceite para el transformador.

Será del tipo aceite mineral refinado.

- Aisladores pasatapas.

Los aisladores pasatapas que se utilicen deberán ser diseñados para un ambiente medianamente contaminado e instalación a la intemperie.

Los aisladores pasatapas del lado de alta, podrán ser del tipo condensador, con aislamiento de papel resinoso e impregnado de aceite u otro fluido aislante adecuado. Los aisladores pasatapas en baja tensión podrán ser del tipo porcelana sólida.

Los bornes de alta tensión se prepararán para un sistema trifásico con neutro aislado.

Los bornes de baja tensión se prepararán para recibir conductores WP de  $50 \text{ mm}^2$ .

- Conmutador de regulación.

El conmutador del transformador será del tipo de regulación en vacío (sin carga) y tendrá el dispositivo situado a una altura tal, que se pueda amaniobrar con seguridad y se diseñarán para funcionar hasta con 1.5 veces la corriente en la toma más baja. Además contará con

un indicador en el cual se muestre el punto de toma. El conmutador será del tipo de baño en aceite y con rango de ajuste de  $\pm 2 \times 2.5\%$  controlado con sistema manual, en vacío.

e) Accesorios.

- Conmutador de tomas en vacío de 5 posiciones.
- Grifo de vaciado y toma de muestras de aceite.
- Válvula de filtrado.
- Placa de características donde se describa todas las características del transformador según normas CEI.
- Orejas de suspensión
- Perno para puesta a tierra del tanque.
- Interruptor automático en el lado de baja tensión.
- Luz señalizadora de sobrecarga.
- Pararrayos del tipo cuernos.

f) Acabado.

Todo el equipo será debidamente limpiado por medio de chorro abrasivo, antes de darle una mano de pintura de base anticorrosiva y dos de acabado, el color de acabado será gris oscuro mate.

g) Pruebas.

Los transformadores serán completamente armados en fábrica, donde se realizarán los siguientes controles y pruebas:

- Medición de la resistencia de los arrollamientos de alta y baja tensión.
- Control de la relación de transformación y de la po-

laridad.

- Medición de la rigidez dieléctrica del aceite.
- Medición de las pérdidas en el fierro.
- Medición de las pérdidas en el cobre y la tensión de cortocircuito.
- Pruebas de aislamiento entre espiras con tensión inducida (se aplica el doble de la tensión nominal a doble frecuencia, durante un minuto).
- Prueba de aislamiento entre arrollamientos con tensión aplicada.

El proveedor suministrará una lista de las pruebas a las que deberá ser sometido el equipo una vez instalado y antes de ser puesto en servicio.

#### 6.1.5. Equipos de protección y maniobras

- a) Cortacircuitos fusibles 10 KV (en subestaciones 1Ø).

Serán monofásicos para montaje exterior para ser operados con pértigas y de las siguientes características:

- Tensión de servicio nominal: 10 KV
- Máxima tensión de servicio : 12 KV
- Corriente nominal : 100 A
- Nivel de aislamiento externo:
  - Tensión de impulso (BIL) : 95 KV pico
  - Tensión a frecuencia industrial : 34 KV
- Tipo de montaje : Vertical

- Capacidad de cortocircuito:
  - ° Asimétrica 10 KA
  - ° Simétrica 7.1 KA

b) Cartuchos fusibles 10 KV.

- Tensión de servicio nominal: 10 KV
- Máxima tensión de servicio : 12 KV
- Corriente nominal : 8 A
- Tipo de funcionamiento : rápido
- Capacidad de cortocircuito asimétrica : 10 KA

c) Pararrayos autoválvula 12 KV.

- Instalación : Exterior
- Servicio : Semi-intensivo
- Tipo : de distribución
- Tensión de servicio nominal : 12 KV
- Máxima tensión de servicio: 12 KV
- Condición del neutro : Aislado
- Clase de tensión del pararrayos : 12 KV
- Corriente nominal de descarga : 5 KA
- Tensión de descarga para onda de 8 x 20  $\mu$ seg. : 46 KV
- Nivel de aislamiento externo:
  - ° Tensión de impulso (BIL) 125 KV pico
  - ° Tensión a frecuencia industrial 40 KV

#### 6.1.6. Material eléctrico accesorio

A) Dispositivos para el control del alumbrado público.

a) Célula fotoeléctrica.

Será para intemperie con receptáculo tipo semidireccional de 1000 W para 230 V como máxima tensión de servicio.

b) Contactor magnético.

Será para servicio normal, trifásico (sólo se usarán 2 fases) de 30 A y para 230 V, como máxima tensión de servicio.

c) Tablero.

Será de madera de 90 x 65 x 35 cm x .1" con techo inclinado y se fijará con pernos al poste.

B) Conductores.

a) Conductores de aleación de aluminio y accesorios para su montaje.

Permitirán acometer a los transformadores, desde la línea de distribución primaria.

Los conductores serán de  $16 \text{ mm}^2$  y cumplirán con lo especificado en el proyecto de redes de distribución primaria.

b) Conductores del tipo WP.

Permitirán conectar el transformador a las redes de distribución secundaria.

Los conductores serán de  $50 \text{ mm}^2$  y cumplirán con lo especificado en el proyecto de redes de distribución se

cundaria.

c) Conductores extraflexibles.

Permitirán unir la célula fotoeléctrica con el tablero de control y el conexionado interno del mismo.

Estos conductores serán 2 x 14 AWG y 3 x 14 AWG similares a biplasto o triplasto de CEPER cumplirán con lo especificado en el Proyecto de Redes de Distribución Secundaria.

## 6.2. SUB - SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA.

### 6.2.1. Postes.

Los postes serán de madera nacional tratada las características de éstos se dan en el cuadro N° 6.1 y cumplen con la Norma N° 251-022 de ITINTEC y el CNE.

### 6.2.2. Unidades de Alumbrado Público

#### a) Pastorales.

Los pastorales serán del tipo orientable de fierro galvanizado de las siguientes características:

- ° Diámetro nominal : 1"  $\emptyset$
- ° Avance horizontal : 1.00 m.
- ° Avance vertical : 0.85 m.
- ° Inclinación : 20° sobre la horizontal
- ° Fijación al poste : 2 juegos de abrazaderas

Las abrazaderas serán de fierro galvanizado en caliente, con pernos cadmiados, del tipo cabeza coche (permiten trabarse en un lado y facilita el montaje por el otro).

El juego de abrazadera consta de una abrazadera simple, -

una compuesta y dos pernos cabeza coche. Se podrá emplear abrazaderas similares o iguales al modelo ABU - 42 de JOSFEL.

b) Luminarias.

Las luminarias serán del tipo haz recortado con las siguientes características:

- ° Reflector de aluminio abrillantado y anodizado.
- ° Mango y receptáculo para el equipo auxiliar de las lámparas de vapor mercurio.
- ° Socket de porcelana similar el EDISON E-27.
- ° Embone al pastoral mediante rosca.
- ° Similar o igual al modelo MIRO-64 de JOSFEL.

c) Lámparas.

Lámparas de vapor de mercurio de alta presión de las siguientes características:

- ° Potencia : 80 W
- ° Flujo nominal : 3,800 lúmenes
- ° Horas de utilización : 12,000 horas
- ° Rosca : E-27
- ° Similar o igual : HPL-N de PHILIPS

d) Tirafones.

Los tirafones a ser usados para la fijación del pastoral al poste serán de 3/8" Ø x 2 1/2" de longitud.

e) Portafusibles.

Para protección de las lámparas portafusibles aéreos de porcelana blanca, tipo pescado de 5 amperios, de -



corriente nominal, 220 V.

f) Fusibles.

Los fusibles a ser usados serán de alambre fusible de plomo, para fundirse a 5 amperios de corriente nominal.

6.2.3. Material, Accesorio y Ferrería

a) Aisladores.

Los aisladores serán de porcelana marrón tipo carrete, clase ANSI 53-2 de las siguientes características:

Tensión de servicio : 380 voltios

Dimensiones : 3"  $\varnothing$  x 3"

Esfuerzo mecánico : 3,000 L.B.S.

Tensión de flameo a baja frecuencia:

- En seco : 25 KV

- Bajo lluvia vertical : 12 KV

- Bajo lluvia horizontal : 15 KV

- Diámetro del agujero : 11/16"

b) Portalíneas y accesorios de fijación.

Estará compuesto de un bastidor y un Pin de 1/2"  $\varnothing$ , - de acero galvanizado, donde se fijarán los aisladores tipo carrete, la distancia entre ejes de cada aislador será de 0.15 m.

Las portalíneas tipo bastidor se fijarán a los postes de madera mediante abrazaderas de fierro galvanizado de 2" x 1/4" de espesor, ver detalle en plano respectivo

c) Retenidas.

Las retenidas estarán formadas por los siguientes elementos de Fe. Ga en caliente.

- 10 metros de cable de acero galvanizado de 3/8"  $\emptyset$  x 7 hilos con una resistencia a la rotura de 4,950 Kgs.
- Una varilla de anclaje de acero galvanizado de 3/4"  $\emptyset$  x 2.40 m. de longitud con arandela y tuerca.
- Un anclaje de concreto de 0.50 x 0.50 x 0.15 mts.
- Dos guardacabos para cable de 3/8"  $\emptyset$ .
- Dos grampas de doble vía de tres pernos.
- Un perno ojo de 5/8"  $\emptyset$  x 6" con arandela y tuerca.
- Un guardacable de plancha de 1/16" de espesor y 2.4 mts. de longitud.
- Una arandela cuadrada de 4" x 4" x 3/16" con agujero de 11/16"  $\emptyset$ .

d) Conectores.

Los conectores a usarse serán de bronce tipo grampas de doble vía para conductores de cobre, según la sección del conductor.

6.2.4. Conductores

En las redes de servicio particular se usará conductor de cobre de 99.9% de pureza, temple semiduro cableado concéntrico, las características se dan en el cuadro - N° 5-23.

Para los amarres de los conductores de servicio particu -

lar y alumbrado público se usará conductor tipo WP de cobre sólido de  $5 \text{ mm}^2$  de sección.

Para las acometidas a las luminarias se usará conductor de cobre, cable extraflexible con aislamiento resistente a la intemperie de  $2 \text{ mm}^2$  de sección.

#### 6.2.5. Acometidas Aéreas

##### a) Conductor.

El conductor de acometida será de cobre del tipo concéntrico, con aislamiento para intemperie de  $2 \times 5.26 \text{ mm}$ .

##### b) Separadores.

Los separadores en las acometidas serán de tubería plástica, tipo SAP para cinco conductores.

##### c) Templadores.

Los templadores a usarse serán de fierro galvanizado de  $1/16''$  de espesor para cable concéntrico de  $2 \times 5.26 \text{ mm}^2$ .

##### d) Tubo de protección.

La tubería para proteger al conductor de la acometida es de plástico, tipo SAP de  $3/4'' \varnothing$ .

##### e) Caja portamedidor.

Estas serán metálicas de  $1/16''$  de espesor, tipo "L" de  $450 \times 180 \times 175 \text{ mm}$  para suministro  $1\varnothing$  con puerta frontal, chapa, luna visora, base portafusible de loza y cableado.

## CUADRO N° 6.1

Poste de madera nacional de 8 mts., clase 6 y grupo D.

- Circunferencia mínima en la cabeza. : 38 cm
- Largo de empotramiento : 1.40 m
- Circunferencia mínima línea de tierra : 60 cm
- Carga de rotura : 680 Kg
- Máximo esfuerzo de flexión : 501-600 Kg/cm<sup>2</sup>

## CAPÍTULO 7

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE

#### 7.1. SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA

##### 7.1.1. Montaje de postes y crucetas.

###### A) Generalidades.

Todo el trabajo de construcción será hecho de acuerdo a los planos, especificaciones y diseños de construcción.

El encargado del montaje realizará un replanteo de ubicación de los postes y será responsable del correcto alineamiento y orientación de los mismos.

La ubicación exacta de cada soporte será definida y marcada por el ejecutor de la obra, previa aprobación del propietario.

Se ubicará los ejes de las estructuras, se medirá las secciones transversales y repondrá los hitos de los vértices de la línea que al momento de efectuar el replanteo no estuviera en su lugar. La ubicación de los ejes de los soportes, con relación al eje de la línea se hará acorde a lo prescrito en los planos de los diseños de construcción correspondientes.

El supervisor de obra inspeccionará la ubicación de cada poste en el terreno, conforme los planos del Proyecto y aprobará la ubicación como definitiva u ordenará efectuar

los cambios que considere convenientes, teniendo en cuenta la naturaleza del terreno.

B) Empotramiento de postes.

La profundidad mínima de enterramiento del poste, debajo del nivel del suelo, será como sigue:

Longitud del poste	Empotramiento en tierra (me- tros)	Empotramiento en roca sólida (metros)
11	1.70	1.50

- Las especificaciones de "Empotramiento en tierra" se aplicarán:

- a) Cuando los postes sean erigidos en tierra.
- b) Cuando existe una capa de tierra, de por lo menos 2 pies (61 cms) de profundidad por encima de la roca sólida.
- c) Cuando el hueco en roca sólida no es sustancialmente normal a la superficie o el diámetro del hueco en la superficie de la roca, excede aproximadamente 2 veces el diámetro del poste en el mismo nivel.

- Las especificaciones de "Empotramiento en roca sólida" se aplicarán donde los postes sean levantados en roca sólida y donde el hueco sea sustancialmente normal, aproximadamente uniforme en diámetro y lo suficientemente grande para permitir el uso de barras de apisonamiento a lo largo de la profundidad del hueco

- Donde exista una capa de tierra de 2 pies (61 cms) o menos de profundidad sobre roca sólida, la profundidad del hueco será la profundidad de la tierra, sumada a la profundidad especificada como "erección de roca sólida".
- En terrenos ondulados, la profundidad del hueco siempre se medirá desde la parte más baja de la superficie del terreno.

### C) Erección de los soportes (postes).

Durante el transporte, los soportes deberán orientarse en la posición más favorable, de acuerdo al mayor momento de inercia de su sección transversal. No se permitirá el arrastre de los soportes por el suelo, ni ninguna carga superior a la del diseño del soporte.

Los postes pueden ser instalados de preferencia mediante una grúa montada sobre la plataforma de un camión de dimensiones medianas, se sujetarán (5) cuerdas de control, tres (3) en la parte superior y dos (2) en la parte inferior del poste, aparte de la sujeción de la grúa al poste mediante cable y gancho en su centro de gravedad, con el objeto de ubicar el poste en su respectivo hueco, con la ayuda de un tablón de madera para el deslizamiento.

Cuando se iza un poste, ningún obrero de la cuadrilla, ni persona alguna estará debajo de los soportes, cuerdas en tensión, en el hueco del poste o donde el poste izado pueda caer.

No se permitirá el escalamiento a ningún poste, hasta que éste no haya sido satisfactoriamente anclado.

- Antes del izaje, todo el equipo (gancho de grúa, aparejos, etc.) deberá ser verificado libre de defectos, cuidando que las cuerdas o cables no presenten roturas y sean adecuados al peso que soporten.

Los postes serán colocados de tal forma que los rebajos para crucetas en postes adyacentes, miren en direcciones opuestas, excepto en terminales y anclajes, donde los rebajos en los dos últimos postes quedarán mirando al terminal o anclaje. En vanos excepcionalmente largos, los postes serán colocados en forma que la cruceta quede ubicada en el lado del poste que se aleja del vano largo y/o en casos de utilizar un poste por fase para cruzamientos, será el poste central, el eje para ubicar los otros dos, de acuerdo a lo indicado en los planos del Proyecto y/o hojas de estacado.

Donde se usen pines para puntas de postes, éstos se ubicarán en el lado opuesto del rebajado del poste, con la cara plana contra el poste.

No debe dejarse postes fuera de alineamiento en sectores de línea recta. En caso de utilizarse un teodolito, el centro geométrico de cualquier sección horizontal a través de la parte inferior de cualquier soporte no deberá estar fuera de línea en más de 5 cms.

La tolerancia angular en la orientación del soporte base, no deberá exceder 1° sexagesimal.



Los trabajos de excavación incluirá operaciones correspondientes a las características del terreno, tales como: drenajes, apuntalamiento, relleno, nivelación y eliminación del exceso de tierra.

La grava para rellenar el agujero deberá ocupar un diámetro mínimo de 1.00 metro.

El relleno de las excavaciones será con una primera capa de ripio y luego capas sucesivas de 25 cms de espesor, de combinaciones de arena y piedras de 15 cms. de radio aproximadamente, con una concentración del 25%, cada capa será apisonada neumáticamente y el exceso de tierra deberá ser depositado alrededor del poste.

Para asegurar la suficiente compactación del suelo después del apisonado, se le agregará una cierta cantidad de agua al relleno.

Cuando se usen postes con el fin de salvar obstáculos tales como cruces, carreteras, no deberá presentarse ninguna tracción hacia arriba, en los aisladores tipo pin a cada lado de los postes más bajos.

#### 7.1.2. Instalacion de aisladores y accesorios.

Aislador tipo pin.

Los aisladores tipo pin deberán ser cuidadosamente manejados en su transporte y montaje.

Antes de instalarse deberá controlarse que no tengan defectos y que estén limpios, así como que todos los accesorios

estén completos. El material aislante será inspeccionado para verificar la ausencia de roturas, golpes o áreas sin vidriar.

Los accesorios no deberán tener roturas, laminaciones, coberturas deficientes en el galvanizado o defectos en las rticulaciones.

Las pequeñas fallas en la cubierta galvanizada pueden retocarse con pintura a base galvanizante y aquellas partes que no pueden ser remediadas se desecharán y reemplazarán.

Todos los aisladores tendrán sus respectivos cierres en los pasadores de sujeción. Antes de ensamblarse, los aisladores serán limpiados para remover todo el resto de etiquetas y lavados con agua tibia para limpiarlos de polvo y grasa.

En los postes de alineamiento, los conductores deberán ser atados en la ranura superior del aislador y en el costado del aislador opuesto al lado, hacia el que dobla en el caso de postes de cambio de dirección.

Los postes se ajustarán a los pines y se ubicarán en forma tal, que su ranura superior siga la dirección de la línea.

El aprovisionamiento de aisladores, debe incluir el exceso necesario para cubrir posibles roturas en algunas piezas.

Colocación de armados.

Los armados de las líneas a 10 KV se instalarán de acuer-

do a lo indicado en los diseños de construcción respectivos.

El ensamblaje de los diferentes elementos del armado se realizará antes del izado e instalación de los postes, debiendo cuidarse que las crucetas guarden una perfecta perpendicularidad respecto al eje del poste.

Retenidas y anclaje.

Las retenidas serán colocadas antes que los conductores sean tendidos y se fijarán al poste, tal como se muestra en los diseños de construcción.

Todos los anclajes y varillas estarán en línea recta con la tracción y se instalarán de modo que aproximadamente 15 cms de la varilla quede fuera de tierra.

En terrenos cultivados u otras zonas, donde se considere necesario, la saliente de la varilla de anclaje por arriba de tierra, puede incrementarse a un máximo de 30 cms para prevenir el entierro del ojo de la varilla. En el relleno de todos los huecos de anclaje debe apisonarse a fondo en toda su profundidad.

### 7.1.3. Tendido de conductores.

#### A) Tendido de la línea.

Se deberá evitar que los conductores sufran daños, durante el transporte y el montaje y que ningún tipo de vehículos ruede sobre ellos. Cada bobina antes de instalarse deberá ser examinada y el conductor inspeccionado para ubicar posibles cortes, abolladuras u otros daños mecánicos.

Los conductores serán halados sobre polines adecuados o poleas de tendido de líneas para evitar deformaciones del conductor.

El desenrollado de los conductores se hará de tal manera que no se produzca el contacto de éstos con el terreno, los cercos, árboles u otros obstáculos, para lo que se podrá utilizar cualquiera de los dos sistemas siguientes o una combinación de ambos:

1. El tendido del conductor se hace en forma continua sin tirones, bajo una tensión regulada por un dispositivo frenador que impida que el conductor toque el terreno en algún punto, cuando se halle suspendido en las poleas colgantes de las crucetas.
2. El conductor se tirará entre dos soportes inmediatos, usando apoyos móviles equipados con poleas. El número y la altura de estos apoyos deben garantizar que el conductor tendido encima de ellos, con la tensión normal de desenrollado, no alcance a tocar el terreno en ningún punto.

Si el ejecutor de obra considera conveniente utilizar otro método de desenrollado, lo someterá previamente a la consideración del supervisor de la obra.

En el momento del desenrollado, los carretes portadores de los conductores, deberán estar montados en un eje que descansa sobre soportes con rodillos.

Antes de tender los conductores se revisarán las poleas, -

cuerdas, cabrestante y demás equipos a usarse para ubicar posibles defectos.

Todas las poleas de tensión deberán tener por lo menos un diámetro interior de 20 veces el diámetro del cable a tender y las superficies de sus ranuras estarán en tales condiciones que reduzcan la fricción al mínimo durante el - pasaje del cable.

Las poleas que se hayan utilizado para halar conductores - de cobre, no podrán ser utilizadas para conductores de a - leación de aluminio para evitar que limaduras de cobre se impregnen al conductor de aluminio.

Los conductores serán halados en tal forma que se elimine el enroscado o la torsión.

Los conductores se templarán con ayuda de grapas de tendi - do o con piezas unidas al extremo del conductor. La grapa será adecuada al calibre y dureza de conductor.

Las grapas de tracción serán del tipo empernado con reve - stimiento de aluminio blando u otro material que no deterio - re el conductor, con mordazas paralelas y de una longitud tal, que no produzca el doblado, quebrado o menoscabo del mismo.

Los cables que se utilicen con bloques de poleas no debe - rán tener empalmes, ni defecto alguno.

Todos los operarios que suban a los postes deberán usar correas de seguridad y no deberán trabajar en el interior de los ángulos de cambio de dirección de la línea para evitar

accidentes en los casos en que se suelten los conductores. En el lugar de fijación a los aisladores de soporte, el conductor será cuidadosamente limpiado antes del montaje final.

Cuando sea necesario pueden emplearse canaletas de madera provisionales para impedir que el conductor sea pisado.

Primero en instalarse será el conductor superior, luego un operario se estacionará en la cruceta para guiar la soga y permitir el ascenso libre del conductor sobre la cruceta.

La distribución de las bobinas se hará de acuerdo a su longitud y el programa de tendido.

Para extraer el conductor se calzará la bobina mediante un eje y dos gatas o montantes, al tiempo que se da vueltas a la bobina se hará avanzar el cable. Los operarios usarán guantes de cuero y examinarán el cable en busca de defectos, conforme pasa por sus manos. Cuando se detecte una falla, se detendrá la corrida de conductor y la sección fallada se reparará.

#### B) Flechas de templado de los conductores.

La puesta en flecha del conductor se efectuará en horas en que la velocidad del viento sea nulo o muy baja.

Normalmente la puesta en flecha se hará entre dos estructuras de retención intermedias, pero si fuera necesario será obligación del que realiza el montaje, proveer las retenidas temporales que sean requeridas para que las estructuras soporten las tensiones a las que estarán so

medidas durante el trabajo.

Para poner en flecha los conductores se usará siempre que sea posible el método visual, empleando una niveleta y un anteojo largavista o teodolito firmemente fijado al poste. Cuando la naturaleza del terreno y la altura de los postes con relación a la flecha a medir no permita esta medición directa, un topógrafo determinará lugares apropiados en el terreno para instalar la niveleta y el anteojo y permitir una visual horizontal tangente a la catenaria del cable con la flecha correcta. Si los métodos anteriores resultarán extremadamente laboriosos o imprácticos se podrá utilizar un dinamómetro, previa aprobación del propietario. En tal caso el dinamómetro deberá estar en perfectas condiciones de operación y contrastado en presencia del Ingeniero Inspector antes de ser utilizado.

Con el objeto de evitar errores en el tensionado del conductor por efecto del envejecimiento, el conductor deberá ser puesto en flecha, tan pronto como sea posible después del tendido, pero dejando transcurrir un tiempo prudencial para permitir que se equilibren las tensiones en todos los vanos. La flecha resultante después de esta operación deberá coincidir con los valores de flecha de las tablas de templado correspondientes, las que serán proporcionadas por el Propietario y entregadas oportunamente al ejecutor de obra. Tales valores de flechas de templado consideran el efecto de envejecimiento del conductor.

De preferencia la operación de puesta en flecha, deberá e

fectuarse por lo menos dejando transcurrir 24 horas - después del momento del tendido.

La tolerancia en la flecha real con relación a la flecha teórica, tomando en cuenta las correcciones por - envejecimiento al momento de efectuar la medición no será mayor al 5%.

C) Anclaje, templado y atadura de los conductores.

Después que los conductores se han corrido a lo largo de la línea y empalmando donde sea necesario, se engrapará al soporte de anclaje, donde se inicia la operación de templado. Después que las grapas están aseguradas son unidas a sus aisladores de suspensión y fijados junto con el conductor en el soporte de anclaje, con una cuerda que abraza un block de poleas unido a la cruceta.

El corte de los conductores se hará con herramientas que aseguren un corte neto, sin menoscabo de los alambres elementales que formen el conductor.

Las grapas de sujeción o anclaje serán ajustadas a los conductores, de tal manera que permitan una plena conductividad y un completo esfuerzo mecánico.

Este último deberá ser por lo menos igual al 95% del esfuerzo de rotura del cable en el cual estará instalado.

Si los conductores resultasen dañados a criterio del ingeniero supervisor se procederá a colocar manguitos de reparación o a cortar las secciones dañadas y unir -



los extremos. En el caso de que el conductor enrrollado en una bobina tenga defectos apreciables, se podrá rechazar toda la bobina a criterio del propietario.

A solicitud del propietario y en presencia de su representante, el ejecutor de la obra efectuará una unión - modelo, la cual podrá ser sometida a una prueba de tensión mecánica a criterio del supervisor de la obra.

D) Amarre de conductores.

Los amarres se efectuarán en la forma mostrada en los planos de detalle.

No debe hacerse más de un empalme por conductor en un mismo vano, debiendo ubicarse éstos a una distancia no mayor de cuatro metros desde el punto de apoyo del conductor.

Se usarán los manguitos ovales de compresión para empalme, empleándose la herramienta compresora hidráulica manual y las matrices correspondientes al calibre - ( $\text{mm}^2$ ) del conductor de aleación de aluminio.

Se aplicará pasta inhibidora compuesta de vaselina petrolífera para proteger la superficie de contacto de la oxidación y polvo fino de zinc, el cual siendo mucho más duro que el aluminio se embebe en el material conductor y provee puentes de contacto dentro de la junta a través de toda su longitud.

Se recomienda que tanto los conductores de aluminio como los conectores y grapas sean bruñidos con una esco-

billa de alambre, tela, esmeril o medio similar para remover cualquier capa excesiva de película de óxido de aluminio. A este fin se aplicará a la unión una pequeña cantidad de inhibidor para excluir la humedad de los intersticios de la junta de inhibir la corrosión.

Cuando los conductores han sido fijados en el anclaje más alejado (en la dirección del tiro), el conductor en el extremo libre se unirá a la grapa de tracción - el cual estará suficientemente lejos del primer soporte para reducir los esfuerzos del mismo.

La flecha necesaria es ajustada con la ayuda de señales rebatibles instaladas en los soportes en los extremos de cada vano.

Es buena práctica darle al conductor una cierta cantidad de sobretensión en el punto de templado, para emparejar las flechas en todos los vanos del tramo anclado. Por esta razón las flechas son visualizadas en el vano más alejado del punto de tracción y en el vano próximo a él.

La flecha necesaria será primero ajustada en el vano más lejano y luego en el vano más próximo.

Una vez que el conductor se ha ajustado, el block de poleas usado para el templado es reemplazado por las ataduras sobre los aisladores del pin, esto lo efectuarán dos operarios trabajando juntos.

Uno de ellos mediante un tecele levantará la línea, mien

tras el otro instalado en la cruceta, guía el conductor, efectúa el armado con varillas y la atadura sobre el aislador.

E) Derivación de la línea.

Todas las derivaciones de la línea se efectuarán con suficiente holgura para darles libertad de movimiento. Donde se encuentra una toma que no se muestre en las láminas de detalle, ésta se efectuará dándole una doble curvatura en el plano vertical o una en el horizontal.

F) Conexión a tierra.

Durante y después del tendido, todos los conductores deberán ser conectados a tierra para evitar accidentes causados con cargas estáticas. El ejecutor de obra será responsable de la perfecta instalación de las puestas a tierra, anotando los puntos de ubicación de las mismas a fin de poder retirarlas fácilmente antes de entrar en servicio la línea.

Las conexiones a tierra permanentes se efectuarán de acuerdo con los diseños de construcción.

La conexión a tierra con varillas se realizarán en todas las derivaciones, soporte inicial, terminal y ángulos fuertes.

Las conexiones en espiral (tipo bisagra) se colocarán en postes de alineamiento, sólo si su colocación es expresamente indicada.

#### 7.1.4. Montaje electromecánico de las sub-estaciones de distribución.

Todo el equipo electromecánico se instalará en las ubicaciones mostradas en los planos, dejándolos probados y listos para la operación.

El ejecutor de obra tendrá la obligación de familiarizarse con las instrucciones de los distintos fabricantes de los equipos y de seguirlas para el cuidado, instalación y prueba de los mismos, debiendo estar las distintas fases de la instalación de acuerdo con las recomendaciones de los respectivos fabricantes.

También proveerá todas las cuñas o suplementos de acero necesario para nivelar el equipo.

##### A) Equipo de 10 KV.

Deberá efectuarse el montaje de los postes, crucetas y aisladores descritos en los planos del Proyecto - del modo como se indican en los mismos. Sobre estas estructuras se montarán los cortacircuitos fusibles, pararrayos y transformadores.

Se seguirá las instrucciones de los fabricantes para llevar a cabo todas las operaciones de montaje, conexión, pruebas y puesta en operación de los equipos.

##### B) Transformadores trifásicos.

Se efectuará la conexión del transformador con los equipos de protección, mediante conductores de aleación de aluminio de  $16 \text{ mm}^2$  y conectores adecuados.

C) Sistema de puesta a tierra.

El ejecutor de obra efectuará la conexión y cableado de la puesta a tierra mediante un cable de cobre desnudo de 16 mm . La puesta a tierra se conectará a la carcasa del transformador, a las partes metálicas de las cadenas de aisladores y espigas de los aisladores tipo pin, a la toma a tierra de los pararrayos y a los neutros de la red primaria y secundaria, mediante el empleo de los conectores adecuados.

El conductor de tierra será desgrasado químicamente y deberá estar perfectamente seco antes de recibir los conectores.

Las varillas de puesta a tierra Cooperweld se hincarán directamente en el terreno o se instalarán haciendo una excavación (pozo) que se rellenará con tierra vegetal apisonada para obtener un mejor contacto.

Se medirá la resistencia de la puesta a tierra.

Y en caso de que ésta no sea igual o menor a 25 ohmios, deberán ejecutarse los trabajos necesarios para obtener dicho valor (el incremento de una o dos varillas de puesta a tierra) en conformidad con el propietario.

D) Control de Alumbrado Público.

El ejecutor de obra efectuará el cableado y conexionado entre la célula fotoeléctrica y el contactor, realizando pruebas de funcionamiento del sistema.

Los cables flexibles a emplearse en el conexionado -

entre el contactor y la célula fotoeléctrica se instalarán con cuidado, debiendo ser de una sola pieza de bornera a bornera de los dispositivos. Se preveera la instalación de un medidor de energía activa futuro. El cableado deberá reunir a juicio del propietario - los mínimos requerimientos de buena ejecución y estética, comprometiéndose el constructor de rehacer las partes que sean rechazadas sin costo adicional para - el propietario.

E) Accesorios de conexiones.

Todos los conectores necesarios en media y baja tensión serán instalados por el ejecutor. Los conectores serán hechos de bronce maquinado y serán debidamente cadmiados.

Para efectuar cualquier conexión en alta tensión se deberá pulir con lija fina y luego limpiar con paño seco las superficies por conectar.

Las conexiones se efectuarán asegurando un fuerte ajuste de los pernos o bornes, según sea el caso, a fin de obtener una alta presión de contacto.

Por otro lado, debe cuidarse de no transmitir esfuerzos de tensión o flexión al equipo, escogiéndose para ello el uso simultáneo de dos llaves.

7.1.5. Pruebas.

A) Procedimiento a seguir:

El ejecutor de la obra informará oportunamente al propietario por escrito, de la fecha de terminación -

del montaje electromecánico. Asimismo proveerá todo el instrumental y mano de obra calificada para la realización de las pruebas, para lo cual tomará las previsiones del caso con la debida anticipación.

Se realizará las pruebas correspondientes, debiendo estar presente en ellas el Propietario, por lo que el ejecutor avisará por escrito del inicio de las pruebas con la debida anticipación.

Una vez realizadas las pruebas satisfactoriamente, el constructor deberá confeccionar un Protocolo de Pruebas, cuya presentación será condición indispensable para que el propietario dé la "Aprobación Preliminar del Montaje, Pruebas y Puesta en Servicio".

Finalmente, el propietario procederá a otorgar la "Aprobación Definitiva del Montaje, Pruebas y Puesta en Servicio", una vez subsanadas las deficiencias, si los hubiere encontrado, tanto en el montaje como en las pruebas; para recibir esta última aprobación, el ejecutor de la obra deberá entregar los planos y esquemas eléctricos corregidos que se hayan introducido en el transcurso del montaje y las pruebas.

B) Pruebas a efectuarse:

Las pruebas y mediciones que deberá realizar el ejecutor son, entre otras, y sin ser limitativas las siguientes:

- Medición de la puesta a tierra.
- Verificación de la instalación del equipo eléctrico

- Prueba del accionamiento mecánico de los cortacir -  
cuito fusibles.
- Prueba del funcionamiento del control de alumbrado  
público.
- Pruebas de aislamiento con megohmetro.
- Pruebas de aislamiento de los circuitos secundarios.
- Verificación del ajuste de pernos y bornes.
- Prueba general de la instalación.

### C) Limpieza final.

Después de la instalación, todos los equipos serán limpiados perfectamente para la entrega de la instalación al propietario.

En forma especial se limpiarán con cuidado todos los aisladores, aisladores pasantes, materiales aislantes y todas aquellas partes que actúan como superficies aislantes.

Durante la instalación se protegerán los líquidos o aceites aislantes contra posible contaminación.

## 7.2. SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

### 7.2.1. Montaje de postes.

El montaje de los postes se hará de acuerdo a las Normas ITINTEC y al Código Nacional de Electricidad. La longitud de empotramiento será de 1/10 de la altura del poste, más 0.6 metros, la cimentación se realizará con rellenos de capas sucesivas de combinaciones de tierra y piedras de dimensiones convenientes ( $\pm 30$  cms de  $\emptyset$ ) además de ser los postes tratados convenientemente, se le



aplicará en la zona de empotramiento, dos manos de pintura marina.

Los postes se verificarán en cuanto a su verticalidad y aquellas estructuras de anclaje serán montadas con una cierta inclinación para que con el templado de los conductores quede verticalizada.

#### 7.2.2. Instalación de Unidades de Alumbrado Público.

Los pastorales se instalarán en los postes de madera, mediante tirafones de 3/8"  $\varnothing$  x 2 1/2" de longitud, las luminarias se instalarán al pastoral mediante las portalámparas, cuidando quede garantizada su estabilidad, asimismo los portalámparas o sockets serán conectados a través del pastoral mediante conductor de Cu forrado de 2.08 mm<sup>2</sup> al portafusible tipo pescadito y de éste a una fase y al neutro de las redes de distribución secundaria. Los portafusibles se instalarán ~~previamente con un~~ fusible de plomo de adecuada capacidad de corriente de fusión. Luego se procederá a instalar las lámparas en sus respectivas portalámparas.

#### 7.2.3. Instalación de material, accesorio y ferretería.

Los aisladores de porcelana marrón tipo carrete, clase ANSI 53-2 deberán ser instalados en sus respectivas portalíneas, según sea el tipo de estructura, asegurando convenientemente las tuercas y abrazaderas.

Las retenidas deberán instalarse de acuerdo a los planos de armados, cuidando de que el templador quede a una altura conveniente del piso a fin de evitar que extraños des

tiemplen la retenida, el ancla de concreto deberá de asegurarse mediante mezclas de tierra y piedras medianas para que pueda soportar el tiro de trabajo de la retenida. Una vez instalada la retenida se procederá a templarlo - hasta que el poste quede inclinado hacia el lado de la retenida, el cual recobrará su verticalidad cuando se proceda a templar los conductores.

#### 7.2.4. Tendido de conductores.

Los conductores que se instalarán serán primeramente tendidos sobre los aisladores de las estructuras de alineamiento, para luego de ser templados entre las estructuras de anclaje. Después de este templado se deberá verificar la verticalización de los postes de anclaje y corregidos mediante los templadores de las retenidas. Luego se procederá al amarre definitivo de las líneas en las estructuras de alineamiento y realizar los empalmes en las estructuras de derivación.

#### 7.2.5. Ejecución de acometidas aéreas.

Las acometidas aéreas se realizarán partiendo directamente de las redes de distribución secundaria, instalando en éstas primero un separador de línea, de tubería de plástico tipo SAP, procediéndose luego a realizar las conexiones del conductor de acometida a una fase de la red y al neutro.

Las acometidas se deberán realizar en forma alternada para balancear al sistema. Se usará templadores junto al sepa-

rador de tubería de plástico en los casos donde pueda desconectarse por la tensión de los conductores.

#### 7.2.6. Pruebas.

Las principales pruebas a realizarse son:

- a) Inspección general del estado de las redes.
- b) Aislamiento: Fase-fase, Fase-neutro, Neutro-tierra, Fase-tierra. Se comprobará todos y cada uno de los circuitos, debiendo obtenerse por lo menos los valores de aislamiento que especifica el C.N.E., Tomo IV.
- c) Continuidad: Igualmente se comprobará todos y cada uno de los circuitos.
- d) Prueba con tensión: Conectándose el alumbrado público y alguna carga importante.

Para la realización de las pruebas, el Contratista deberá comunicar al ingeniero supervisor, con 15 días de anticipación a fin de que puedan estar presentes los representantes del propietario.

## CAPITULO 8

### METRADO Y PRESUPUESTO

El Metrado y Presupuesto comprende por separado el sub - sistema de distribución primaria, sub-sistema de distri - bución secundaria y las conexiones domiciliarias, considerando la primera etapa en lo que respecta a distribución secundaria y conexiones domiciliarias y el total en distribución primaria de la localidad de Sapalache.

Consideraciones para el suministro de materiales y el presupuesto:

a) En los metrados de suministro de materiales, con el - objeto de cubrir las mermas que puedan producirse y - compensar las diferencias en las cantidades que se suministran se ha considerado los porcentajes adicionales siguientes:

- Para postes y conductores : 5 a 10%
- Para otros equipos y materiales: 5%

Las listas de materiales han sido elaboradas agrupando materiales afines con la finalidad de facilitar la elaboración de las fórmulas polinómicas y sea mas expeditivo para fabricantes y proveedores.

d) Los precios de los equipos y materiales se han tomado de cotizaciones proporcionadas por los fabricantes y proveedores, ajustados al mes de Febrero de 1987.

8.1. METRADO Y PRESUPUESTO DEL SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION

PRIMARIA

LOCALIDAD Sapalache	DISTRITO Carmen de la Frontera
PROVINCIA Huancabamba	DEPARTAMENTO Piura

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO			C O S T O S	
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO	T O T A L	
I	SUMINISTRO DE MATERIALES					
1.0	POSTES CRUCETAS Y ESTRUCTURAS					
1.01	Poste de madera nacional tratada de 11 m, clase 5, grupo C	Pza	9	1,800.00	16,200.00	
1.02	Cruceta de madera tornillo o similar de 3 1/2" x 4 1/2" x 1.20 m	Pza	7	200.00	1,400.00	
1.03	Cruceta de madera tornillo o similar de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.40 m	Pza	2	400.00	800.00	
1.04	Cruceta de madera tornillo o similar de 3 1/2" x 4 1/2" x 1.0 m	Pza	2	180.00	360.00	
1.05	Cruceta de madera tornillo o similar de 3 1/2" x 4 1/2" x 1.50 m	Pza	1	250.00	250.00	
1.06	Cruceta de madera tornillo o similar de 3 1/2" x 4 1/2" x 0.5 m	Pza		100.00	100.00	
1.0	Perno de doble armado 5/8" x 14" con 4 tuercas y arandelas	Pza	7	80.0	560.00	
1.0	Perno de coche 3/8" Ø x 4 1/2" y tuerca	Pza	20	60.00	1,200.00	
1.09	Perno maquinado 5/8" Ø y 12" con 2 arandelas, tuerca y contratuerca	Pza	7	70.00	490.00	
1.0.10	Brazo diagonal perfil L 1 1/4" x 1 1/4" x 3/16" x 1.0 m	Pza	2	150.00	300.00	
1.0.11	Brazo diagonal perfil L 1 1/4" x 1 1/4" x 3/16" x 0.50 m	Pza	14	80.00	1,120.00	
1.0.12	Tirafondo 1/2" Ø x 4" cabeza cuadrada	Pza	10	20.00	200.00	
1.0.13	Brazo diagonal perfil L 1 1/4" x 1 1/4" x 3/16" x 0.70 m	Pza	2	100.00	200.00	
.0.14	Estructura para subestación aérea biposte, compuesta de:					

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA
-------------------------------------

LOCALIDAD

Sapalache

DISTRITO

Carmen de la Frontera

PROVINCIA

Huancabamba

DEPARTAMENTO

Piura

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S	
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO	T O T A L
				I .	I . i
	- Dos postes de madera tratada de 11 m, clase 5, grupo C				
	- Dos crucetas de madera de 3 1/2' x 7 1/2" x 2.40 m				
	- Dos crucetas de madera de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.70 m				
	- Una tabla de 15" x 2" x 1.00 m				
	- Catorce pernos de coche de 3/8" Ø x 4 1/2" con tuerca				
	- Un perno maquinado de 5/8" Ø x 12" con tuerca				
	- Siete pernos de 5/8" Ø x 18", de 6" longitud roscada con 4 - tuercas	Cjto	1	7.670.00	7,670.00
	SUB-TOTAL				30,850.00
1.1 AISLADORES Y ACCESORIOS					
1.1.1	Aislador de porcelana tipo pin, clase ANSI 55-5	Pza	27	160.00	4,320.00
1.1.2	Espiga de Fe Ga de 5/8" Ø x 12" para cruceta, según especificaciones técnicas	Pza	18	70.00	1,260.00
1.1.3	Espiga para vértice de poste, según especificaciones técnicas, incluye dos pernos maquinados de 5/8" Ø 8" con arandela y tuerca	Cjto	9	200.00	1,800.00
1.1.4	Conjunto de aislador compuesto de:				
	- Un aislador de suspensión de porcelana, clase 52-3				
	- Un adaptador horquilla-bola				
	- Un adaptador casquillo-ojo	Cjto	15	500.00	7,500.00

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA
-------------------------------------

LOCALIDAD	Sapalache
-----------	-----------

DISTRITO	Carmen de la Frontera
----------	-----------------------

PROVINCIA	Huancabamba
-----------	-------------

DEPARTAMENTO	Piura
--------------	-------

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S	
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO I/.	T O T A L I/.
1.1.5	Perno maquinado de 5/8" $\varnothing$ x 10" - de longitud con tuerca ojo, arandelas, tuerca y contratuerca	Cjto	12	100.00	1,200.00
1.1.6	Mordaza de Fe Ga, tipo pistola para anclaje	Pza	9	130.00	1,170.00
1.1.7	Mordaza de Fe Ga, tipo suspensión para ángulo	Pza	3	110.00	330.00
SUB-TOTAL:					17,580.00
1.2 CONDUCTORES					
1.2.1	Conductor de aleación de aluminio de 16 mm <sup>2</sup>	m	1,650	10.50	17,325.00
1.2.2	Conductor de cobre cableado, tipo WP, de 50 mm <sup>2</sup>	m	15	250.00	3,750.00
1.2.3	Cable NKY de 3 x 35 mm <sup>2</sup> de Cu	m	20	180.00	3,600.00
1.2.4	Alambre de aluminio desnudo de 8 mm <sup>2</sup> para amarre	m	30	7.00	210.00
SUB-TOTAL:					24,885.00
1.3 TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION.					
1.3.1	Transformador trifásico en baño de aceite de 100 KVA, 10/.40-0.23 KV, 60 Hz, según especificaciones técnicas	Cjto	1	85,000.00	85,000.00
SUB-TOTAL:					85,000.00
1.4 EQUIPO PARA SUBESTACION AEREA					
1.4.1	Caja de distribución de madera de 1" de espesor, 90 x 65 x 35 cm según especificaciones técnicas con sus accesorios de fijación para interruptores, incluye cableado e instalación de interruptores y equipos de control	Cjto	1	1,200.00	1,200.00

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA
-------------------------------------

EM	ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S	
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO I/.	T O T A L I/.
	CALIDAD	Sapalache		DISTRITO	
				Carmen de la Frontera	
	PROVINCIA	Huancabamba		DEPARTAMENTO	
				Piura	
.4.2	Interruptor termomagnético trifásico para 380/220 VAC, 60 Hz, de 3 x 140 A..	Pza	1	2,000.0	2,000.00
.4.3	Interruptor fusible trifásico para 380/220 VAC para salidas de servicio particular de las siguientes capacidades:				
	3 x 90 A	Pza	1	900.0	900.00
	3 x 60 A	Pza	1	900.0	900.00
.4.4	Fusibles limitadores de corriente NH, de:				
	90 A	Pza	3	200.0	600.00
	60 A	Pza	3	200.0	600.00
.4.5	Equipo completo de control de alumbrado público con célula fotoeléctrica	Cjto	1	800.0	800.00
		SUB-TOTAL:			7,000.00
1.5	EQUIPO DE PROTECCION Y MANIOBRA				
.5.1	Seccionador fusible unipolar, tipo Cut-out, de 10 KV, 100 A, con accesorios de fijación en cruceta de madera	Pza	6	2,500.0	15,000.00
.5.2	Fusible tipo chicote, rápido de 8 A. de corriente nominal para ser instalado en los Cut-out de 10 KV - 100 A.	Pza	6	80.0	480.00
.5.3	Pararrayos tipo autoválvula de 12 KV, 2,500 m.s.n.m, 10 KA	Pza	6	1,350.00	8,100.00
.4	Equipo de puesta a tierra según especificaciones técnicas	Cjto	4	950.00	3,800.00
		SUB-TOTAL:			27,380.00



## SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA

LIDAD Sapalache DISTRITO Carmen de la Frontera  
 INCIA Huancabamba DEPARTAMENTO Piura

ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S	
	UNI	CANTIDAD	UNITARIO I/.	T O T A L I/.
1.6 MATERIAL ELECTRICO ACCESORIO				
.1 Manguito de empalme de aluminio, a presión	Pza	20	60.00	1,200.00
.2 Conectores de cobre de doble ví para conductor de 16 mm <sup>2</sup>	Pza	80	75.00	6,000.00
.3 Conectores de cobre tipo de sol dar para conductor de 16 mm <sup>2</sup>	Pza	9	40.00	360.00
.4 Conectores de cobre tipo de sol dar para conductor de 50 mm <sup>2</sup>	Pza	6	80.00	480.00
.5 Juego de viento tipo simple, se gún especificaciones técnicas	Cjto	3	1,850.00	5,550.00
.6 Caja terminal de 15 KV, para ex terior, tipo intemperie 3 x 16 mm <sup>2</sup>	Pza	2	1,600.00	3,200.00
SUB-TOTAL:				16,790.00
TOTAL DE MATERIALES				209,485.00

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA
-------------------------------------

LOCALIDAD Sapalache DISTRITO Carmen de la Frontera

PROVINCIA Huancabamba DEPARTAMENTO Piura

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S		
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO I/.	T O T A L I/.	
II	MONTAJE					
2.0	POSTES Y CRUCETAS					
2.0.1	Replanteo de la línea, comprende Ubicación definitiva de estructuras, determinación final de estructuras		Globa		3,000.00	
2.0.2	Montaje de armado de alineamiento, incluye: - Traslado local, apertura de agujeros, instalación de cruce-tas, izado y cimentación del - poste		Cjto	6	1,600.00	9,600.00
2.0.3	Montaje de armado de inicio de línea, comprende además del anterior: Instalación de caja terminal, pararrayos, cut out y puesta a tierra		Cjto	1	1,900.00	1,900.00
2.0.4	Montaje de armado de cambio de dirección		Cjto	2	1,900.00	3,800.00
	SUB-TOTAL					18,300.00
2.1	SUB-ESTACIONES AEREAS					
2.1.1	Montaje de estructura de subestación biposte, incluye: transformador, dos postes, equipo de protección, caja de distribución, puesta a tierra y conexiónado		Cjto	1	10,000.00	10,000.00
	SUB-TOTAL					10,000.00
2.2	AISLADORES Y ACCESORIOS					
2.	Instalación de aisladores tipo pin, con accesorios de sujeción		Cjto	27	50.00	1,350.00

	02	87
DIA	MES	AÑO

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA
-------------------------------------

LOCALIDAD Sapalache DISTRITO Carmen de la Frontera  
 PROVINCIA Huancabamba DEPARTAMENTO Piura

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S	
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO I/.	T O T A L I/.
2.2.2	Instalación de aislador tipo campana con sus accesorios de sujeción respectivos	Cjto	15	70.00	1,050.00
	SUB-TOTAL:				2,400.00
2.3	CONDUCTORES				
2.3.1	Endido y templado del conductor e aleación de aluminio cableado de 16 mm <sup>2</sup> , incluye amarres y empuñaduras	m	1,650	3.00	4,950.00
	SUB-TOTAL				4,950.00
	TOTAL MONTAJE :				35,650.00
I	SUMINISTRO DE MATERIALES				209,485.00
II	MONTAJE ELECTROMECHANICO				35,650.00
III	TRANSPORTE				21,000.00
IV	I.T., P.P.G. y UTILIDADES				31,400.00
	TOTAL:				297,535.00

	02	87
DIA	MES	AÑO

## 8.2. METRADO Y PRESUPUESTO DEL SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION

## SECUNDARIA

LOCALIDAD	Sapalache	DISTRITO	Carmen de la Frontera
PROVINCIA	Huancabamba	DEPARTAMENTO	Piura

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S	
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO I .	T O T A L I .
1.0.0	SUMINISTRO DE MATERIALES				
1.1.0	Postes y pastorales				
1.1.1	Poste de madera nacional tratada de 8 m, clase 6, grupo D	Pza	82	995.00	81,590.00
1.1.2	Pastoral simple de Fe Ga de tubo de 1" Ø x 1.50 m de desarrollo - con abrazadera para fijación al poste	Pza	85	250.00	21,250.00
1.1.3	Pastorales doble de Fe Ga de tubo de 1" Ø x 1.5 m de desarrollo con abrazadera para fijación al poste	Pza	4	550.00	2,200.00
	SUB-TOTAL				105,040.00
1.2.0	Aisladores y material eléctrico accesorio				
1.2.1	Aislador de porcelana marrón, tipo carrete, clase 53-2-EEI-NEMA	Pza	445	12.00	5,340.00
1.2.2	Perno pasante de doble armar de Fe Ga de 5/16" Ø x 6" con tuerca y arandelas	Pza	178	70.00	12,460.00
1.2.3	Portalínea de Fe Ga, tipo mensula para dos aisladores tipo carrete	Pza	89	120.00	10,680.00
1.2.4	Portalínea de Fe Ga, tipo mensula, para tres aisladores tipo carrete	Pza	89	180.00	16,020.00
1.2.5	Portafusible aéreo de porcelana de 15 A, 220 V, con fusible de 5 A	Pza	195	23.00	4,485.00
1.2.	Conector de cobre de doble vía - de un perno para conductor hasta N° 2 AWG	Pza	100	15.00	1,500.00

	02	87
DIA	MES	AÑO

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA
---------------------------------------

LOCALIDA	Sapalache	DISTRITO	Carmen de la Frontera
PROVINCI	Huancabamba	DEPARTAMENTO	Piura

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO C O S T O S			
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO I/.	T O T A L I/.
1.2.7	Conector de cobre de doble vía - e dos pernos para conductor has- ta N° 2 AWG	Pza	200	20.00	4,000.00
1.2.8	Retenida simple compuesta de: 10 m de cable de acero de 3/8" Ø, de 7 hilos  Una varilla de anclaje de Fe G de 5/8" Ø x 8' con plancha de anclaje de Fe Ga, de 4" x 4" x 1/4" con agujero de 1 1/16" Ø, incluido arandelas, tuercas y contratuercas  - Dos grampas de Fe Ga, doble vía con tres pernos  - Dos metros de alambre N° 16 gal- vanizado para entorchado  - Dos guardacabos de Fe Ga, tipo "U" de 1/16" espesor  - Un guardacable de Fe Ga, de 1/ 16" de espesor x 2.40 m de lon- gitud, con accesorios de fija- ción a la retenida  - Abrazadera partida para fija- ción al poste con sus pernos, tuercas y arandelas  - Un bloque de concreto armado - de 0.60 x 0.60 x 0.3 m	Cjto	15	850.00	12,750.00
1.2.9	Retenida tipo braquete, compues- to además de lo especificado en 1.2.8:  - Un soporte de contrapunta de F Ga, de 90 x 120 mm x 3/16" espe- sor, con porción de tubo solda- do de 2 1/2" Ø x 75 mm de lon- gitud  bandit de 3/4" y grapas				

	02	87
DIA	MES	AÑO

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA

LOCALIDAD	Sapalache	DISTRITO	Carmen de la Frontera
PROVINCIA	Huancabamba	DEPARTAMENTO	Piura

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S	
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO I/.	T O T A L I/.
	Una contrapunta de Fe Ga de 2" $\emptyset$ x 1.0 m de longitud, incluye terminal de contrapunta	Cjto	15	1,400.00	21,000.00
..2.10	Equipo de puesta a tierra compuesto por:				
	- Doce metros de conductor de Cu desnudo sólido de 10 mm <sup>2</sup> , temple blando				
	Un tubo PVC-SAP de 1/2" $\emptyset$ x 1.50 metros				
	Cinta bandit de 1/2" y grapas				
	Una varilla Cooperweld de 3/8" $\emptyset$ x 2 mts, incluye conector	Cjto	5	420.00	2,100.00
	SUB-TOTAL :				90,335.00
..3.0	Conductores				
..3.1	Conductor de cobre, temple duro, ableado, 7 hilos, tipo WP, de 6 mm <sup>2</sup>	m	2,200	17.00	37,400.00
..3.2	Conductor de cobre similar al 1.1 de 10 mm <sup>2</sup> de sección	m	1,400	12.00	16,800.00
..3.3	Conductor de cobre similar al 1.1 de 6 mm <sup>2</sup> de sección	m	9,300	8.00	74,400.00
1.3.4	Conductor de Cu, temple blando, sólido, tipo TW, de 5 mm <sup>2</sup>	m	200	3.50	700.00
1.3.5	Conductor de cobre, temple blando bipolar, con aislamiento PVC, tipo NLT o similar de calibre 2 x 14 AWG	m	200	15.00	3,000.00
	SUB-TOTAL:				132,300.00

Trabajo Público

similar

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA
---------------------------------------

CALIDAD

Sapalache

DISTRITO

Carmen de la Frontera

PROVINCIA

Huancabamba

DEPARTAMENTO

Piura

ITEM

ESPECIFICACIONES

METRADO

C O S T O S

UNI CANTIDAD

UNITARIO  
I/.T O T A L  
I/.

con socket E-27, equipo de arranque (incluye reactancia y condensador) y lámpara de vapor de mercurio de 80 W.

Cjto	94	930.00	87,420.00
------	----	--------	-----------

SUB-TOTAL:

87,420.00

TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES :

415,095.00

	02	87
DIA	MES	AÑO

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA

LOCALIDAD  
Sapalache

DISTRITO  
Carmen de la Frontera

PROVINCIA  
Huancabamba

DEPARTAMENTO  
Piura

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S	
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO I/.	T O T A L I/.
2.0	NTAJE ELECTROMECHANICO				
2.1.0	Costos y Pastorales				
2.1.1	Montaje de poste de madera nacional tratada, comprende: excavación de hoyo, izado, cimentación y retiro de desmante	Pza	82	380.00	31,160.00
2.1.2	Instalación de pastoral simple de 12 m de altura	Pza	85	50.00	4,250.00
2.1.3	Instalación de pastoral doble de 12 m de altura	Pza	4	70.00	280.00
	SUB-TOTAL:				35,690.00
2.2.0	Isladores y accesorios				
2.2.1	Instalación de portalíneas de dos aisladores con aisladores y elementos de sujeción	Cjto	89	40.00	3,560.00
2.2.2	Instalación de portalíneas de tres aisladores, con aisladores y elementos de fijación	Cjto	89	45.00	4,005.00
	SUB-TOTAL:				7,565.00
2.3.0	Conductores				
2.3.1	Tendido de conductor de cobre forrado, tipo WP, de 16 mm <sup>2</sup> de sección	m	2,200	3.00	6,600.00
2.3.2	Tendido de conductor similar al 2.3.1 pero de 10 mm <sup>2</sup>	m	1,400	2.80	3,920.00
2.3.3	Tendido de conductor similar al 2.3.1 pero de 6 mm <sup>2</sup>	m	9,300	2.50	23,250.00
	SUB-TOTAL				33,770.00



SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA
---------------------------------------

LOCALIDAD	Sapalache	DISTRITO	Carmen de la Frontera		
PROVINCIA	Huancabamba	DEPARTAMENTO	Piura		
		METRADO	C O S T O S		
ITEM	ESPECIFICACIONES	UNI	CANTIDAD	UNITARIO I .	T O T A L I / .
2.4.0	Equipo de Alumbrado Público				
2.4.1	Instalación de equipo de alumbrado público que comprende:				
	Instalación de luminaria				
	- Instalación de lámpara				
	- Instalación de portafusible aéreo				
	- Cableado y conexiónado a la red Cjto.		94	98.00	9,212.00
	SUB-TOTAL:				9,212.00
2.5.0	Material eléctrico accesorio				
2.5.1	Instalación del juego de retenida tipo simple, comprende: excavación, armado e instalación de retenida, enterramiento y retiro de desmonte	Cjto	15	210.00	3,150.00
2.5.2	Instalación de juego de retenidas tipo braquete, comprende: excavación, armado e instalación de retenida, enterramiento y retiro de desmonte	Cjto	15	245.00	3,675.00
2.5.3	Instalación de juego de puesta a tierra	Cjto	5	230.00	1,150.00
	SUB-TOTAL:				17,187.00
	TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO				94,212.00
	RESUMÉN				94,212.00
	SUMINISTRO DE MATERIALES				415,095.00
	MONTAJE ELECTROMECHANICO				94,212.00
	TRANSPORTE				41,500.00
	D.T. GASTOS GENERALES Y UTILIDADES				62,200.00
	TOTAL:				613,007.00

CONEXIONES DOMICILIARIAS

LOCALIDAD	Sapalache	DISTRITO	Carmen de la Frontera
PROVINCIA	Huancabamba	DEPARTAMENTO	Piura

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		C O S T O S	
		UNI	CANTIDAD	UNITARIO I .	T O T A L I .
1.0	SUMINISTRO DE MATERIALES				
1.1	Conductor concéntrico de Cu, temple blando, bipolar con aislamiento PVC, tipo SET de 2 x 10 AWG	m	4,000	16.50	66,000.00
1.2	Caja metálica portamedidor de Fe Ga, tipo L, de 450 x 180 x 175 mm. con cerfadura, incluye base - portafusible y fusible tipo "C"	Pza	200	180.00	36,000.00
1.3	Material eléctrico accesorio constituido por:				
	- Un tubo PVC-SAP de 3/4" Ø x 3 m				
	- Dos conectores de cobre				
	- Dos templadores de Fe Ga.				
	- Una armella tirafon de 3/8" Ø x 2 1/2" de longitud				
	- Un tarugo de madera				
	- Un listón de madera de 2" x 2" x 3 m	Cjto	200	140.00	28,000.00
	<b>TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				<b>130,000.00</b>
2.0	MONTAJE ELECTROMECHANICO				
2.1	Instalación del juego de acometida domiciliaria para un usuario	Cjto	200	150.00	30,000.00
	<b>TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				<b>30,000.00</b>
	RESUMEN				
	TOTAL DE MATERIALES				130,000.00
	TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO				30,000.00
	TRANSPORTE				13,000.00
	D.T. GASTOS GENERALES Y UTILIDADES				19,500.00
	<b>TOTAL:</b>				<b>192,500.00</b>

### 8.3. FORMULAS POLINOMICAS

Las fórmulas polinómicas se han elaborado tomando - en consideración que la ejecución del proyecto será bajo la modalidad de contrato con reajuste automático de precios. Dichas fórmulas tienen como finalidad compensar a la entidad contratista por el incremento de precios de los elementos de la construcción, mediante la aplicación de un factor "K" de reajuste al presupuesto base; dicho factor resulta de considerar la variación de los índices de precios en cada elemento o elementos de la construcción incluidos en los monomios componentes de las fórmulas.

La fuente de información utilizada ha sido el Manual de Fórmulas Polinómicas - 1986 - Publicación de CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción) que contiene el Decreto - Ley N° 21825 y demás Normas Reglamentarias y Complementarias, debidamente actualizadas sobre la materia.

Los índices de precios de los elementos que determinan el costo de las obras, son publicados mensualmente en el diario oficial "EL PERUANO".

Estos índices de precios son fijados por el Consejo de Reajuste de Precios de la Construcción (CREPCO).

FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE

PROYECTO : Red Primaria  
 LOCALIDAD : Sapalache  
 PROVINCIA : Huancabamba  
 PRESUPUESTO BASE: I/. 297,535.00  
 FECHA : Febrero, 1987  
 DISTRITO : Carmen de la Frontera  
 DEPARTAMENTO: PIURA

N°	ELEMENTO REPRESENTATIVO	INDICE UNIFI- CADO	SIM- BOLO	MONTO	% INCIDEN- CIA EN EL MONOMIO	COEFICIENTE DE INCIDEN- CIA
1.	Postes y crucetas de made- ra nacional tratada	62	P	30,850.00	100	0.104
2.	Maquinaria y equipo nacio- nal	48	ME	92,000.00	100	0.309
3.	Conductor de cobre (inclu- ye pararrayos, seccionado res, varilla )	06	Cu	31,340.00	100	0.105
4.	Aisladores, material acce- sorio y ferreteria	02	A	34,370.00	100	0.115
5.	Conductores de aluminio - desnudo	08	CA	20,925.00	100	0.070
6.	Montaje electromecánico	47	J	35,650.00	100	0.120
7.	Transporte	32	T	21,000.00	100	0.071
8.	Gastos generales y utili- dades	39	GU	31,400.00	100	0.106

sigue ...

Fórmula Polinómica - Red Primaria

$$K = 0.104 \frac{P_I}{P_O} + 0.309 \frac{ME_I}{ME_O} + 0.105 \frac{Cu_I}{Cu_O} + 0.115 \frac{A_V}{A_O} + 0.070 \frac{CA_I}{CA_O} +$$

$$0.120 \frac{J_I}{J_O} + 0.071 \frac{T_I}{T_O} + 0.106 \frac{GU_I}{GU_O}$$

NOTA: En la fórmula los sub-índices "o" de cada símbolo corresponden al índice de precios (según CREPCO) a la fecha de elaboración del Pre supuesto Base (Presupuesto Base) y los sub-índices "r" al índice de precios al momento de reajuste o fecha de valorización.

FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE

PROYECTO : Red Secundaria  
 LOCALIDAD : Sapalache  
 PROVINCIA : Huancabamba  
 PRESUPUESTO BASE: I/. 613,007.00  
 FECHA : Febrero, 1987  
 DISTRITO : Carmen de la Frontera  
 DEPARTAMENTO: PIURA

Nº	ELEMENTO REPRESENTATIVO	INDICE UNIFI-CADO	SIM-BOLO	MONTO	% INCIDEN-CIA EN EL MONOMIO	COEFICIENTE DE INCIDEN-CIA
1.	Postes y pastorales	62	P	105,040.00	100	0.171
2.	Equipos de Alumbrado público	11	L	87,420.00	100	0.143
	Aisladores y material accesorio	02	A	90,335.00	100	0.147
3.	Conductores	08	C	132,300.00	100	0.216
4.	Montaje Electromecánico	47	J	94,212.00	69.42	0.222
	Transporte	32	T	41,500.00	30.58	
5.	Gastos generales	39	GU	62,200.00	100	0.101

$$K = 0.171 \frac{P}{P_0} + 0.143 \frac{L_r}{L_0} + 0.147 \frac{A_r}{A_0} + 0.216 \frac{C_r}{C_0} + 0.222 \frac{J_r}{J_0} + 0.101 \frac{GU_r}{GU_0}$$

NOTA: En la fórmula los sub-índices "o" de cada símbolo corresponden al índice de precios (según CREPCO) a la fecha de elaboración del Presupuesto Base (Presupuesto Base) y los sub-índices "r" al índice de precios al momento de reajuste o fecha de valorización.

FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE

PROYECTO : Conexiones Domiciliarias      FECHA : Febrero, 1987  
 LOCALIDAD : Sapalache      DISTRITO : Carmen de la Frontera  
 PROVINCIA : Huancabamba      DEPARTAMENTO: PIURA  
 PRESUPUESTO BASE: I/. 192,500.00

Nº	ELEMENTO REPRESENTATIVO	INDICE UNIFI- CADO	SIM- BOLO	MONTO	% INCIDEN- CIA EN EL MONOMIO	COEFICIENTE DE INCIDEN- CIA
1.	Conductores	07	C	66,000.00	100	0.343
2.	Caja portamedidor	12	L	36,000.00	100	0.187
3.	Material accesorio	72	A	28,000.00	100	0.145
4.	Montaje electromecánico	47	J	30,000.00	69.76	0.224
	Transporte	32	T	13,000.00	30.24	
5.	Gastos generales	39	GU	19,500.00	100	0.101

$$K = 0.343 \frac{C_I}{C_O} + 0.187 \frac{L_I}{L_O} + 0.145 \frac{A_I}{A_O} + 0.224 \frac{J_I}{J_O} + 0.101 \frac{GU_I}{GU_O}$$

NOTA: En la fórmula los sub-índices "o" de cada símbolo corresponden al índice de precios (según CREPCO) a la fecha de elaboración del presupuesto (Presupuesto Base) y los sub-índices "r" al índice de precios al momento de reajuste o fecha de valorización.

## CONCLUSIONES

1. En el estudio de Mercado Eléctrico con la obtención de los consumos de energía en forma confiable, se ha tratado un factor muy importante que permite disminuir los costos de las redes de distribución eléctrica, ya que constituye una base realista para el diseño en función al requerimiento de energía; permite cumplir adecuadamente con las exigencias técnicas y por otro lado, evitar sobredimensionar innecesariamente las instalaciones. La demanda máxima obtenida por abonado doméstico es de 400 watts.
2. En el análisis técnico-económico de los sistemas eléctricos de distribución se ha obtenido que el sistema de distribución primaria es más conveniente la utilización del nivel de tensión de 10 KV, utilizando conductores de aleación de aluminio. En el sistema de distribución secundaria, el nivel de tensión recomendado es de 380/220 voltios con 4 conductores.
3. Es necesario dar prioridad al uso de materiales de origen nacional y dentro de ellos, los de origen regional o zonal que redunden en un menor costo, considerando el costo inicial, calidad y duración de los materiales; así como la facilidad del suministro de repuestos para el mantenimiento de las redes eléctricas.



4. Como consecuencia de aplicar los resultados mencionados en los puntos anteriores, en el estudio realizado se obtiene un costo promedio para el sub-sistema de distribución secundaria de I/. 4,000 (Cuatro mil intis) por abonado. Incluyendo el subsistema de distribución primaria, el costo promedio por abonado es de I/. 5,500 (Cinco mil quinientos intis); estos costos están en el orden del 50% con respecto a los costos promedios que actualmente se obtienen en proyectos de electrificación aérea.
  
5. La utilización de la normalización existente elaborada por el Ministerio de Energía y Minas (Normas DGE y C.N.E., Tomos I y IV) el ITINTEC y algunos Organismos Internacionales; permite obtener diseños de electrificación flexibles que con ligeros cambios puedan integrarse con localidades cercanas a un pequeño sistema eléctrico y en muchos casos a largo plazo pasarían a integrar un gran sistema eléctrico; con el beneficio económico y operativo para la Empresa de Electricidad de poder hacer intercambios de materiales y repuestos en su área de concesión. Cabe precisar que en el aspecto de normalización, si bien se tienen avances destacables, aún queda mucho por hacer. Con la aplicación de una completa normalización se lograrían importantes economías en la instalación, operación y mantenimiento del Sistema de Distribución Eléctrica.

Actualmente ELECTROPERU S.A. por intermedio de su -  
Comité de Normalización está elaborando normas so-  
bre Armados típicos para Sistemas de Distribución y  
Esquemas de Conexión Eléctrica en Subestaciones de  
distribución, las que se aplicarán en las Empresas  
filiales a nivel nacional.

## BIBLIOGRAFIA

1. Stevenson William, D. Análisis de Sistemas de Potencia, Mc. Graw Hill, 1976.
2. Zoppetti Júdez, Gaudencio. Estaciones Transformadoras y de Distribución, G. Gili S.A., 1981.
3. Cañtelfranchi, Guiseppe. Instalaciones Eléctricas, G. Gili S.A., 1971.
4. Checa, Luis María. Líneas de Transporte de Energía, - Marcombo, 1979.
5. Enriquez Harper, Gilberto. Líneas de Transmisión y Redes de Distribución de Potencia Eléctrica, LIMUSA S.A. 1986.
6. Zoppetti Júdez, Gaudencio. Redes Eléctricas de Alta y Baja Tensión, G. Gili S.A., 1978.
7. Timoshenko, S. Resistencia de Materiales, España, 1964
8. Erik Oberg y F.D. Jones. Manual Universal de la Técnica Mecánica, Tomo I, Editorial LABOR S.A., 1979.
9. Cámara Peruana de la Construcción. Manual de Fórmulas Polinómicas, 1986.
10. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad. Código Nacional de Electricidad, Tomos I y IV, 1978.
11. Ministerio de Energía y Minas (D.G.E). Normas.

12. ITINTEC, I.E.C. ASTM. Normas.
13. ELECTROPERU S.A. Gerencia de Explotación. Diagnóstico de Generación y Distribución a nivel nacional, 1979
14. ELECTROPERU S.A. Gerencia de Planeamiento. Especificaciones Técnicas de Materiales y Diseños Normalizados para Líneas de Electrificación Rural, 1978.
15. Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines, 8va. Reunión, Agosto 1986.
16. Fabricantes: INDECO, PIRELLI (Conductores), DELCROSA, BROWN BOVERI (Transformadores), HIERALSA (Accesorios y ferreterías), BROWN BOVERI (Equipos de protección y maniobra), JOSFEL (Equipos de iluminación). Catálogos.

\* \* \* \* \*