

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
Y ELECTRONICA**



**ESTUDIO DE LA LINEA PRIMARIA EN 10 kV  
PARA ALIMENTAR A LOS CENTROS  
POBLADOS CALETA VIDAL – EL PORVENIR**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRICISTA**

**SIXTO AMILCAR FERNANDEZ DE LA BORDA**

**Lima – Perú  
1998**

A mi esposa Bertha por su constante apoyo moral.

A mis hijos Alicia y Daniel con abnegación

**ESTUDIO DE LA LINEA PRIMARIA EN 10 kV  
PARA ALIMENTAR A LOS CENTROS POBLADOS  
CALETA VIDAL - EL PORVENIR**

## **SUMARIO**

ELECTROPERU S.A. dentro de su programa de Electrificación Provincial, Distrital y Rural se encuentra empeñado en el desarrollo y construcción de proyectos a nivel Nacional, con el objeto de llevar energía eléctrica a la mayoría de las poblaciones; en el programa de 1987 ELECTRO PERU S.A. a través de la Unidad de Proyectos de Electrificación HUACHO (UPE-HUACHO) previó realizar el estudio de la Línea Primaria en 10 kV para alimentar la demanda existente y futura con energía proveniente del sistema interconectado para los centros poblados CALETA VIDAL- EL PORVENIR.

El plan de trabajo presentado corresponde a la zona rural del distrito de Supe-Pueblo; el trazo topográfico va paralelo a la carretera Panamericana Norte lado Oeste respetando las normas vigentes comprendiendo terrenos de cultivo en toda su extensión sin obstáculos de consideración, los planos de perfil y planimetría muestran al detalle el recorrido de la línea, la máxima demanda es de 497,60 kW.

## INDICE

### PROLOGO

### CAPITULO I

#### MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA LINEA PRIMARIA EN 10 kV

1.0	Memoria Descriptiva de la linea de Sub Transmisión	3
1.1	Generalidades	3
1.1.1	Objetivo	3
1.1.2	Ubicación Geográfica	3
1.1.3	Vías de acceso	4
1.2	Alcances de Proyecto	4
1.3	Descripción del Proyecto	5
1.4	Demanda Máxima de Potencia	6
1.5	Bases de cálculo	7
1.5.1	Normas y Códigos considerados	7
1.5.2	Parámetros considerados	8
1.6	Disposiciones finales	8

### CAPITULO II

#### ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE MATERIALES

2.0	Condiciones generales para el suministro de materiales	9
-----	---	---

## VI

2.1	Especificaciones generales	9
2.1.1	Objetivo	9
2.1.2	Alcances	9
2.1.3	Planos y esquemas	10
2.1.4	Condiciones de servicio	10
2.1.5	Normas Aplicables	11
2.1.6	Unidades de medida	11
2.1.7	Inspección y Pruebas	12
2.1.8	Acabado de los equipos	12
2.1.9	Transporte y entrega	12
2.1.10	Garantía	13
2.2	Conductores	13
2.2.1	Alcances	13
2.2.2	Normas aplicables	14
2.2.3	Material	14
2.2.4	Fabricación	15
2.2.5	Embalaje	15
2.2.6	Conductores de amarre	16
2.3	Postes de concreto armado centrifugado	16
2.3.1	Alcances del suministro	16
2.3.2	Normas aplicables	16
2.3.3	Postes de concreto armado	17
2.3.4	Rotulado	18
2.4	Crucetas de concreto	18

## VII

2.4.1	Características generales	18
2.4.2	Crucetas simétricas	18
2.4.3	Crucetas asimétricas	19
2.5	Retenidas o vientos	19
2.5.1	Alcances	19
2.5.2	Otras normas aplicables	22
2.6	Aisladores y accesorios	22
2.6.1	Alcances	22
2.6.2	Aisladores tipo PIN	23
2.6.3	Aisladores de suspensión tipo niebla	24
2.6.4	Accesorios y morsetería	25
2.6.5	Otras Normas aplicables	27
2.7	Equipo de seccionamiento y protección	28
2.7.1	Seccionador cortacircuito fusible	28
2.7.2	Fusible de expulsión	29
2.8	Sistema de puesta a tierra	29
2.8.1	Alcances	29
2.9	Conectores de derivación	31
2.9.1	Conectores tipo perno partido	31

### **CAPITULO III**

#### **ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL MONTAJE ELECTROMECHANICO**

3.0	Generalidades	32
3.1	Alcances	33
3.2	Características técnicas de montaje	33

## VIII

3.2.1	Postes y crucetas	33
3.2.2	Instalación de aisladores y accesorios	35
3.2.3	Instalación de retenidas	35
3.2.4	Tendidos de conductores aéreos	36
3.2.5	Puesta a tierra	36

### **CAPITULO IV**

#### **CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

4.0	Cálculos Eléctricos	37
4.1	Consideraciones generales	37
4.1.1	Información básica	37
4.1.2	Distancias mínimas de seguridad entre conductores	38
4.2	Cálculos de parámetros eléctricos	40
4.2.1	Distancia media geométrica ( $D_m$ )	40
4.2.2	Reactancia inductiva ( $X_L$ )	40
4.2.3	Resistencia ( $R$ )	40
4.2.4	Cálculo de caída de tensión ( $\Delta V\%$ )	41
4.2.5	Pérdida de potencia ( $\%P$ )	41
4.3	Cálculo mecánico del conductor	42
4.3.1	Objetivo	42
4.3.2	Hipótesis de cálculo	44
4.3.3	Cálculos de cambio de estado	45
4.3.4	Características del conductor	46
4.3.5	Determinación de los cálculos de cambio de estado	46



4.3.6	Determinación de los esfuerzos en las condiciones de templado	48
4.3.7	Cálculo de la flecha máxima	52
4.3.8	Cálculo de los esfuerzos en lashipótesis I y III	53
4.3.9	Determinación de la plantilla de flecha máxima	56
4.4	Cálculo mecánico de estructuras	57
4.4.1	Objetivo	57
4.4.2	Características principales de la línea	60
4.4.3	Características de los postes	60
4.4.4	Hipótesis de cálculo	64
4.4.5	Rotura del conductor superior	69
4.4.6	Rotura del conductor en la cruceta	73
4.4.7	Comprobación de la resistencia mecánica en soporte de cambio de dirección	74
4.4.8	Soporte rompe tramos	79
4.5	Cimentación de estructuras	82
4.6	Dimensionamiento de la puesta a tierra	85
4.4.7	Generalidades	85
	<b>CONCLUSIONES</b>	87
	<b>ANEXOS</b>	
	<b>ANEXO A</b>	
	Metrado - Presupuesto Base - Análisis de Costos Unitarios - Cálculo de la Fórmula Polinómica de Reajuste - Cronograma de Avance de Obra	89

**ANEXO A1**

Metrado presupuesto base de la línea primaria  
en 10 KV para alimentar a los centros poblados

Caleta Vidal - EL PORVENIR 89

**ANEXO A2**

Análisis de costos unitarios 95

**ANEXO A3**

Cálculo de la Fórmula Polinómica de Reajuste 103

**ANEXO A4**

Cronograma de Avance de Obra 105

**ANEXO B**

Láminas de Detalles - Plano de Ubicación - Planos  
de la Línea en 10 KV

**ANEXO B1**

Láminas de Detalles 106

**ANEXO B2**

Plano de Ubicación en escala 1/5000 107

**ANEXO B3**

Planos de la línea en 10 KV 108

**BIBLIOGRAFIA**

109

## **PROLOGO**

El presente estudio, denominado línea primaria en 10 kV, cuyo objetivo es la alimentación de los centros poblados CALETA VIDAL - EL PORVENIR de la provincia de Barranca.

Corresponde a la alternativa de ELECTROPERU S.A. dentro de su programa de electrificación Rural a través de la Sub-Gerencia de Electrificación Provincial-Distrital y Rural, llevar energía eléctrica a la mayoría de las poblaciones rurales del país.

La Sub-Gerencia de electrificación en su programa de 1987, a través de la UNIDAD DE PROYECTOS DE ELECTRIFICACION HUACHO (UPE-HUACHO) estimó realizar los estudios de la línea primaria en 10 kV desde la línea primaria existente de 10 kV que alimenta a la ladrillera San Martín y por ende a los centros poblados CALETA VIDAL-EL PORVENIR.

Los estudios fueron aprobados por la Empresa Regional ELECTROLIMA S.A. zonal SUPE-BARRANCA. Cumplidos los requisitos legales, ELECTROPERU S.A. firmó el contrato de ejecución de obra N° BL-007-87 con la Empresa Carlos Li Carrillo S.A. - Bedoya S.A. Asociados.

El proyecto comprende cuatro capítulos siguiendo una metodología clara indicando las descripciones, pasos seguidos en cada uno de los capítulos, complementados con información de fabricantes y datos adicionales, y dos anexos complementarios.

Los criterios adoptados en los cálculos se basan en las Normas del Ministerio de Energía y Minas (Dirección General de Electricidad), Normas de Electrolima S.A. Código Nacional de Electricidad Tomos I y IV y Normas Internacionales.

Agradezco a la Sub-Gerencia de Electrificación Provincial Distrital y Rural de Electro Perú S.A., Electrolima S.A. zonal Supe-Barranca por las facilidades prestadas.

**CAPITULO I**  
**MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA LINEA**  
**PRIMARIA EN 10 kV**

**1.0 Memoria Descriptiva**

**1.1 Generalidades**

**1.1.1 Objetivo**

El desarrollo del presente estudio de la línea primaria en 10 kV, es para alimentar a la red primaria en 10 kV para los centros poblados CALETA VIDAL EL PORVENIR, ubicado en la Provincia de Barranca, Departamento de Lima.

**1.1.2 Ubicación Geográfica**

La zona de estudio comprende parte de la zona rural del distrito de Supe Pueblo en sus localidades CALETA VIDAL - EL PORVENIR, la topografía es generalmente llana abarcando terrenos de cultivo en su recorrido integral, los Centros Poblados están ubicados en sectores desérticos.

El clima es típico de la costa peruana, cálido y húmedo con vientos moderados en horas de la tarde, temperatura promedio anual 18°C, humedad relativamente

alta, contaminación salina altamente corrosiva por su cercanía al mar, lluvias escasas, altitud 30 m.s.n.m.

### **1.1.3 Vías de Acceso**

El área donde se desarrollará el estudio es paralela a la carretera panamericana norte.

Los Centro Poblados CALETA VIDAL - EL PORVENIR están ubicados a la altura del kilómetro 168,387 de la carretera panamericana norte que es su ruta principal de acceso, el centro poblado CALETA VIDAL está ubicado al lado oeste del Centro Poblado El PORVENIR, cuenta con una ruta carroable de acceso en un recorrido de 1,0 Km.

### **1.2 Alcances Del Proyecto**

El estudio de la línea primaria en 10 kV fue elaborado por la Sub Gerencia de Electrificación Provincial, Distrital y Rural de Electro Perú S.A. a inicios del año 1987, ciñéndose estrictamente a las leyes, códigos, Normas existentes de la época.

La obra se dio inicio a finales del año 1987 por múltiples problemas financieros la obra fue concluida a finales de 1990.

El estudio comprende el diseño de la línea primaria en 10 kV en una longitud troncal de 3,813 Km, para alimentar a la red primaria en 10 kV de los Centros Poblados Caleta Vidal - El Porvenir.

Las partes del estudio son:

- Levantamiento topográfico.
- Memoria descriptiva.
- Especificaciones técnicas de suministro de materiales.
- Cálculos eléctricos.
- Cálculos mecánicos.
- Detalles de armados de estructuras.
- Planos de la línea en 10 kV.
- Metrado - presupuesto.

### **1.3 Descripción del Proyecto**

La ruta troncal de la línea primaria en 10 kV parte desde el punto de alimentación, estructura que alimenta a la ladrillera San Martín, Km 172,200 hasta la última estructura Km 168,387 de la carretera Panamericana Norte, de esta se deriva la red primaria en 10 kV para los Centros Poblados CALETA VIDAL - EL PORVENIR.

La energía que alimenta la línea primaria en 10 kV proviene del centro de transformación de Electrolima zonal Supe-Barranca, ubicado en el distrito de Supe Puerto, el cual es a su vez alimentado con energía del sistema interconectado a través de la sub-estación de Paramonga, relación de transformación de 220/138/66 kV y una potencia de 14 MVA.

Para el diseño los parámetros asumidos son:

- Tensión de diseño : 10 kV
- Ternas : 01
- Estructuras de C.A.C. : 12 m.
- Aisladores PIN : CLASE 56-2
- Aisladores suspensión : CLASE 52-5
- Conductor desnudo, 7 hilos : Cu 16 mm<sup>2</sup>.
- Longitud : 3,813 Km.

#### **1.4 Demanda Máxima de Potencia**

La estimación de la máxima demanda para las localidades Caleta Vidal - El Porvenir se efectuó en base al informe de ElectroPerú S.A. considerando localidades de tipo rural, desarrollado por la Consultora Internacional MONENCO S.A.

La metodología se basa en la proyección de la población y en la determinación de índices de habitantes por vivienda, para luego proyectar la demanda en base a estos índices, las poblaciones se dividen en :

Tipo Localidad	Habitantes al año 15 de estudio
A	Más de 3 000
B	De 1 000 a 3 000
C	Menos de 1 000.

El pronóstico de energía del sector doméstico y



alumbrado público ha sido determinado por ELECTRO PERU S.A. en base al estudio de la empresa MONENCO S.A., ha considerado una máxima demanda de 800 W por lote.

Como cargas especiales se considera la demanda correspondiente a escuelas, iglesias, postas médicas y locales de servicio público en general, este rubro de cargas especiales representa a lo más el 3% del consumo total; para el diseño se ha considerado un factor de potencia de 0,9 para ambas poblaciones.

#### **ESTIMACION DE CARGAS DE DISEÑO**

<b>LOCALIDAD</b>	<b>N° LOTES</b>	<b>CARGA MAMX W/LOTE</b>	<b>FACTOR DE SIMULTANEIDAD</b>	<b>CARGA DE DISEÑO (KW)</b>
CALETA VIDAL	198	800	1,0	158,40
EL PORVENIR	424	800	1,0	339,20
TOTAL	622	---	---	497,60

### **1.5 Bases de Cálculo**

#### **1.5.1 Normas y Códigos Considerados**

- Código Nacional de Electricidad Tomo I y IV.
- Ley General de Electricidad No. 23406 y su reglamento.
- Normas del MEM.
- . Norma DGE-004-AP-1/1984: aprobado con R.D.029-84 EM/DGE (07-03-84). Elaboración y Aprobación de Proyectos de Subsistemas de Distribución Primaria a cargo de las

Empresas Regionales de Servicio Público de Electricidad

.Norma DGE 009-T-3/1987 (Tensiones nominales de sistemas de distribución)

.Norma DGE-015-T (Postes, Crucetas, Ménsulas de Madera y Concreto para redes de distribución)

.Norma DGE-019 CA-2/1983 (Conductores Eléctricos en Redes de Distribución Aérea)

- Normas de Electrolima - 1984.

### **1.5.2 Parámetros Considerados**

. Caída de tensión : 6% C.N.E. 2.1.3

. Factor de potencia : 0,9 optado por Electro Perú S.A.

### **1.6 Disposiciones Finales**

Si existieran discrepancias en el proyecto deberá tomarse en cuenta que los planos tienen prioridad sobre las especificaciones técnicas y la memoria descriptiva.

**CAPITULO II.**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE**  
**MATERIALES**

**2.0 Condiciones Generales para el Suministro de**  
**Materiales**

**2.1 Especificaciones Generales**

**2.1.1 Objetivo**

En este capítulo se proporcionan los aspectos y condiciones generales que deberán tenerse en cuenta para el suministro de los diferentes materiales y/o equipos electromecánicos, que serán utilizados en el proyecto Línea primaria en 10 kV para la alimentación de los centros poblados CALETA VIDAL - EL PORVENIR.

**2.1.2 Alcances**

Las especificaciones técnicas comprenden el diseño, fabricación, pruebas en fábrica y entrega de materiales y equipos para las instalaciones mencionadas en el acápite 2.1.1

En la preparación de las especificaciones no se ha entrado en detalles de fabricación, el fabricante y/o proveedor tendrá que incluir en su propuesta de todos los

materiales y equipos necesarios para garantizar el buen funcionamiento del proyecto ejecutado.

### **2.1.3 PLANOS Y ESQUEMAS**

Forman parte de las especificaciones técnicas los planos de disposición y detalle de equipos y materiales a suministrarse.

### **2.1.4 Condiciones de Servicio**

Los materiales y/o equipos que serán utilizados en esta línea trabajarán en un medio ambiente altamente corrosivo, por la humedad y su cercanía al mar.

La topografía es completamente plana, la vía de acceso es la carretera panamericana norte completamente asfaltada.

Las condiciones a tenerse en cuenta son:

- Tensión de servicio : 10 kV.
- Frecuencia : 60 HZ.
- Temperatura media anual : 18°C.
- Humedad relativa anual : 90%.
- Altura sobre el nivel del mar : 30 m.
- Precipitación : 16,8 mm.
- Clima : Cálido húmedo.
- Contaminación ambiental : Altamente corrosivo.
- Condiciones sísmicas : Los materiales y equipos serán

diseñados para soportar fuerzas sísmicas, aceleración en cualquier dirección 0,5 g, aceleración vertical 0,2 g, frecuencia 10 c/s.

### **2.1.5 Normas Aplicables**

Los materiales y/o equipos a suministrarse, y su fabricación deberán cumplir con las Normas señaladas y las disposiciones del Código Nacional de Electricidad.

Así mismo se tendrá en cuenta las recomendaciones de los siguientes organismos.

- ELECTRO PERU S.A.
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas Industriales y Normas Técnicas (ITINTEC)
- Comisión electrotécnica internacional (CEI).
- Organización Internacional de Normalización (ISO).
- American National Standards Institute (ANSI).
- Normas de Electrolima S.A.

Sí existieran otras Normas Internacionales el fabricante demostrará su aplicación, ello no significará una reducción de calidad, seguridad y durabilidad del producto.

### **2.1.6 Unidades de Medida**

Las dimensiones y medidas de materiales y equipos ofertados serán dados en el SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES DE MEDIDA Y/O (SLUP) SISTEMA LEGAL DE UNIDADES

DEL PERU, sí estuvieran en otras unidades deberán indicarse su equivalencia.

#### **2.1.7 Inspección y Pruebas**

El fabricante efectuará las pruebas necesarias en las etapa de fabricación de los materiales ofertados.

Las pruebas se realizarán cumpliendo las Normas y especificaciones técnicas establecidas, durante la fabricación hasta la puesta en operación y recepción.

El fabricante y/o proveedor adjuntará la información técnica en planos, catálogos, folletos descriptivos, esquemas y cualquier otra información que se considere necesario para demostrar que lo ofertado cumple con lo solicitado en el proyecto.

#### **2.1.8 Acabado de los Equipos**

Debido a que los materiales y/o equipos a suministrarse operarán a la intemperie, se deberá dar un tratamiento especial contra la corrosión severa que es bastante alta en la zona del proyecto.

#### **2.1.9 Transporte y Entrega**

Los materiales y equipos electromecánicos serán transportados en embalajes apropiados para cada material y equipo, guardando la protección adecuada contra daños y cualquier otro deterioro, puesto que el transporte está sometido a esfuerzos dinámicos.

El proveedor asegurará la integridad de los materiales y equipos contra los riesgos que ocasione el transporte, hasta la entrega al lugar designado de acuerdo a un programa de entrega en función de los requerimientos.

Todo material y/o equipo que tengan deficiencias ya sea por manipuleo en el transporte será rechazado.

#### **2.1.10 Garantía**

El proveedor y/o fabricante deberá garantizar la calidad y eficiencia de los materiales y/o equipos electromecánicos ofertados, para operar bajo condiciones y exigencias establecidas en las especificaciones técnicas.

El tiempo de garantía mínimo será de un año contados a partir de la entrega de los materiales y/o equipos; correspondiendo al proveedor y/o fabricante el reemplazo en caso de falla técnica durante el periodo indicado.

### **2.2 Conductores**

#### **2.2.1 Alcances**

Los conductores a ser suministrados e instalados en el proyecto deberán cumplir con las Normas de diseño, fabricación, pruebas y entrega de los conductores eléctricos a ser utilizados en la línea primaria en 10 kV CALETA VIDAL-EL PORVENIR.

### 2.2.2 Normas Aplicables

Los conductores cumplirán las Normas ITINTEC N° 370.221 y N° 370.223 y normas supletorias como:

Pureza del cobre	: ASTM B5 - 43
Temple	: ASTM B2 - 52
Cableado	: ASTM B8 - 53 (B)
Conductibilidad	: ASTM B193 - 49 IACS
Conductores sólidos	: ASTM B1 y C2
Sección	: ASA C7 . 29
Carga de rotura	: ASTM E8. 54T
Aislamiento	: CEI 20 -14ANSI C8-35
Especificaciones técnicas	: ET-3A-001 ELECTRO PERU S.A.

### 2.2.3 Material

El conductor será de cobre electrolítico de 99,9% de pureza y 96,7% de conductibilidad, cableado concéntrico, temple duro, y blando para puestas a tierra y amarres de las líneas aéreas.

#### Características Técnicas del Conductor:

##### Descripción

Material conductor	: Cobre
Temple	: duro
Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	: 16
Diámetro nominal de los hilos (mm)	: 1,70



Diámetro nominal del conductor (mm)	:	5,10
Resistencia eléctrica máxima en C.C. a 20 °C (ohm/Km)	:	1,17
Carga de rotura mínima (Kg)	:	621
Peso (Kg/Km)	:	144
Número de hilos	:	7
Aislamiento	:	Desnudo

#### **2.2.4 Fabricación**

El fabricante prepara los cuadros de avance de fabricación con longitudes y pesos de los tramos en cada carrete.

Los hilos que componen el conductor cableado deberán estar libres de raspaduras ó de cualquier otro defecto físico, el acabado deberá presentar una superficie uniforme.

#### **2.2.5 Embalaje**

El suministro se efectuará en carretes de madera de consistencia robusta, libres de clavos y/o otros defectos que puedan dañar el conductor.

El carrete llevará una capa de papel a prueba de agua alrededor del cilindro debajo del conductor y otro protegido el enrollado exterior, se cubrirá con viguetas de madera para mayor protección durante el transporte.

La información indicará en etiqueta metálica pegado al

carrete:

- Número del carrete.
- Longitud y tipo de conductor del carrete.
- Peso bruto.
- Peso neto del conductor.

### **2.2.6 Conductores de Amarre**

Para el amarre de los conductores de la red a los aisladores tipo PIN, se utilizará conductor de cobre desnudo, sólido, temple blando de sección 4 mm<sup>2</sup> (12 AWG).

## **2.3 Postes de Concreto Armado Centrifugado**

### **2.3.1 Alcances del Suministro**

Las presentes especificaciones cubren el diseño, fabricación, pruebas y entrega en obra.

### **2.3.2 Normas Aplicables**

El material comprendido en estas especificaciones técnicas cumplirá con las disposiciones de las Normas que se detallan a continuación:

.Norma DGE 015-PD-1:

Postes, Crucetas, ménsulas de madera y concreto armado para redes de distribución.

.ITINTEC 334.009:

Cemento portland tipo I Normal

.ITINTEC 339.027:

Postes de concreto armado para líneas aéreas.

.ITINTEC 341.029:

Barras de acero al carbono torcidas al frío para concreto armado

ITINTEC 341.030:

Barras de acero al carbono lisas sección circular para concreto armado.

### 2.3.3 Postes de Concreto Armado

Los postes serán de concreto armado centrifugado de las dimensiones y características que se indican en el cuadro N° 2.3.3.

La superficie de los postes será completamente homogénea y libre de porosidades, fisuras y rebabas.

Los postes serán de forma tronco cónica de sección anular y el espesor de la pared deberá ser uniforme en todas las secciones transversales.

Los agujeros que deben prever el fabricante indicará en los detalles respectivos.

**CUADRO N° 2.3.3**

Long.del Poste Metros	Esfuerzo en la Punta Kilogramos	Diám.en el Vértice Milímetros	Diám.en la Base Milímetros	Peso Kg.
12	200	120	300	750
12	300	140	320	850
12	400	160	340	980

### **2.3.4 Rotulado**

A una distancia de 3 metros de la base los postes llevarán las indicaciones siguientes:

- . Nombre ó marca del fabricante.
- . Año de fabricación.
- . Valor nominal de la carga de trabajo en la punta.
- . Valor nominal de la altura total.

## **2.4 Crucetas de Concreto**

### **2.4.1 Características Generales**

Las crucetas serán de concreto armado vibrado embonables en los postes de concreto de 12 m., de acuerdo a los planos típicos del proyecto. Deberán cumplir las Normas descritas en el ítem 2.3.2

### **2.4.2 Crucetas Simétricas**

Serán de 1,20 m de longitud total, que se utilizará en los postes de 12 m, en alineamiento, cambio de dirección, derivación y anclaje.

Será diseñado para los siguientes esfuerzos de trabajo:

Esfuerzo longitudinal a la cruceta  $F_z = 150 \text{ Kgr}$

Esfuerzo vertical  $F_y = 250 \text{ Kgr}$

Esfuerzo transversal (conductor)  $F_x = 250 \text{ Kgr}$

### **2.4.3 Crucetas Asimétricas**

Serán de 1,50m. de longitud total, para seccionamiento como sostén de los seccionadores fusibles.

Los planos muestran las crucetas descritas y el punto de aplicación de las fuerzas descritas.

Las crucetas deberán tener el embone adecuado para los distintos diámetros de los postes que corresponden a diferentes esfuerzos en la punta.

## **2.5 Retenidas ó Vientos**

### **2.5.1 Alcances**

El plano correspondiente muestra los componentes que conforman una retenida, cuyas características de cada uno de los componentes se detallan a continuación.

#### **a) Cable**

Será de acero tipo SIEMENS MARTIN de alta resistencia, cableado, 7 hilos de  $3/8"$   $\phi$  con carga de rotura mínima 30 989,79 KN.

#### **b) Perno Ojo Angular**

Será de acero forjado SAE 1020 galvanizado al caliente de  $5/8"$   $\phi$  x 10", la inclinación del ojo angular será 45°, en el otro extremo llevará rosca de 4" longitud para recibir dos tuercas de  $5/8"$   $\phi$ , deberá soportar un tiro de 37 278 KN.

**c) Abrazaderas**

Serán fabricadas de pletina de acero comercial galvanizado al caliente de 2" ancho x 3/16" espesor con pernería SAE grado 2, llevará tres pernos y diámetro regulable de 120 - 160 mm. carga de trabajo horizontal aproximado 10 791 KN.

Norma ELECTROLIMA LE-7-503

**d) Guardacabos**

Serán de plancha de acero galvanizado al caliente de 1/16" espesor el cual deberá llevar un canal que permita el alojamiento del cable de acero de 3/8" de  $\phi$ .

CATALOGO 500/10/89; Fabricante ELECTROCOM INGS.

**e) Grapas de Vías Paralelas**

Serán fabricadas de pletinas de acero galvanizado al caliente de ¼" espesor con vías paralelas 1½" ancho x 6 " longitud, con tres pernos ½"  $\phi$  x 1½" long.

Fabricante ELECTROCOM INGS. CATALOGO 500/10/89

**f) Varilla de Anclaje**

Fabricado de acero galvanizado al caliente de 2,40m. x 5/8"  $\phi$  en un extremo llevará un ojo de 1"  $\phi$  para anclaje del cable de acero, el otro extremo será roscado con su respectiva tuerca, esfuerzo de rotura 78 489 KN.

Norma ELECTROLIMA LE-7-512

**g) Arandela Cuadrada**

Será de acero SAE 1020 galvanizado al caliente de 4" x 4" x  $\frac{1}{4}$ " llevará al centro un agujero de  $\frac{11}{16}$ "  $\phi$  que permita pasar a la varilla de anclaje.

Norma ELECTROLIMA LE-7-512

**h) Zapata de Anclaje**

Será de concreto armado vibrado de 250 Kgr/m<sup>3</sup> de dimensiones 0,50 x 0,50 x 0,20 m. con agujero central de  $\frac{3}{4}$ " $\phi$ . Esfuerzo a la tracción 29 430 KN.

Norma ELECTROLIMA LE-7-525

**i) Canaleta de Protección**

Será fabricado de plancha de acero galvanizado al caliente de  $\frac{1}{16}$ " espesor x 2,24 m. con dos pernos de  $\frac{1}{2}$ " $\phi$  x 1" los cuales sujetarán al cable de acero.

Norma de Fabricación ASTMA-153

Norma ELECTROLIMA LE-7-530

**j) Templador**

Será de acero forjado al caliente de  $\frac{5}{8}$ "  $\phi$  x 10" de longitud, con esfuerzo de rotura mínimo 78 480 KN.

**k) Aisladores de Tracción**

Deberá cumplir las siguientes características

-Clase	ANSI 54-3
-Material	Porcelana vitrificada (dieléctrico)

-Dimensiones	: 3 3/8" $\phi$ x 5½" altura.
-Línea de fuga	: 57 mm.
-Tensión de flameo en seco	: 35 kV
-Tensión de flameo bajo lluvia	: 18 kV
-Resistencia a la tracción	: 89 074,80 KN
Norma ELECTROLIMA	: LE-7-515

### **2.5.2 Otras Normas Aplicables**

Los accesorios descritos están sujetos a las siguientes normas:.

ASTM : 3415 - 6.47

ASTM A - 153

ASTM A - 239 -41

ASTM A - 90 -53

ASTM A - 143 - 46

## **2.6 Aisladores y Accesorios**

### **2.6.1 Alcances**

Las especificaciones que se describen a continuación se refieren al diseño, fabricación, pruebas y entrega en obra con sus respectivos accesorios para el nivel de 10 kV.

Los aisladores serán de porcelana vitrificada color marrón procesada en húmedo, estará libre de defectos.

Las partes metálicas de los aisladores de suspensión serán de hierro fundido galvanizadas por inmersión en caliente, los aisladores llevarán marcados legiblemente



el nombre del fabricante, año de fabricación y clase.

### 2.6.2 Aisladores tipo Pin

Con las características técnicas siguientes:

- Material : Porcelana, castaño
- Clase : ANSI 56-2
- Tensión nominal : 23 kV
- Longitud de línea de fuga : 432 mm.
- Tensión crítica impulso  
(1.2 x 50 microsegundos) : Positiva 175 kV  
Negativa 225 kV
- Tensión disruptiva a  
frecuencia industrial : Seco 110 kV.  
Bajo lluvia 70 kV
- Tensión de perforación a  
frecuencia industrial. : 145 kV
- Dimensiones aproximadas : 9"φ (230 mm) x 6½"  
altura (165 mm)  
Diámetro espiga emplomada : 1<sup>3</sup>/<sub>8</sub>"φ x 2" long.
- Resistencia en voladizo : 13 341,60 kN
- Peso : 120,663 kN.
- Fabricante : Cerámica Santana  
PI 43272

### 2.6.3 Aislador de Suspensión tipo niebla

Características técnicas:

-Material	: Porcelana castaño
-Clase	: ANSI 52-5
-Conexión	: Bola y casquillo (Ball and socket).
-Anodo de sacrificio	: Manguito de Zinc.
-Dimensiones	: Diámetro 10" (254mm) Altura 5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> " (146mm)
-Longitud de línea de fuga	: 292 mm
-Carga de ruptura al impacto	: 676,09 kN/cm.
-Resistencia aplicada a carga continua.	: 66 806,10 kN
-Resistencia Mecánica y eléctrica combinada	: 111 343,50 kN
-Carga de prueba de esfuerzo	: 55 720,80 kN
-Tensión crítica impulso 1.2x50 microsegundos	: Positiva 125 kV Negativa 130 kV
- Tensión disruptiva a frecuencia industrial	: Seco 80 kV Húmedo 50 kV.
- Peso aproximado	: 68,67 KN
- Tensión de perforación a baja frecuencia:	110 kV
- Fabricante	: Cerámica Santana DI 33C35

#### **2.6.4 Accesorios y Morsetería**

Los aisladores para media tensión 10 kV se montarán fijados mediante accesorios de acero galvanizado al caliente de las características que se detallan a continuación.

##### **2.6.4.1 Soporte Pin**

Llamado espiga tipo pin será de material acero forjado galvanizado al caliente de  $\frac{3}{4}"\phi$  x 14" longitud con cabeza emplomada (Plomo al antimonio) de  $1\frac{3}{8}"\phi$  x 2" longitud para fijación del aislador tipo pin, con esfuerzo mecánico mínimo de 4453,74 kN

La altura mínima del hasta de la espiga será de 7", en la parte intermedia llevará una arandela soldada para asentarse en la cruceta de concreto. La distancia entre el tope y la parte roscada inferior deberá permitir su perfecta instalación en la cruceta de concreto que se fijarán con arandelas y tuercas.

Norma ELECTROLIMA LE-7-601

##### **2.6.4.2 Elementos de Fijación para Aisladores de Suspensión y Anclaje**

Los aisladores de anclaje y/o suspensión estarán provistos de todos los elementos necesarios para el armado tipo vástago y caperuza. La fuerza se transmitirá entre los elementos mediante una adecuada área de apoyo,

evitando los contactos tipo punto y tipo línea.

Todo el conjunto de dispositivos de fijación de los aisladores tendrán una resistencia mecánica superior a 52 483,50 kN.

**a) Grapa de Anclaje**

Los conductores de cobre de sección  $16 \text{ mm}^2$ , se fijarán a las cadenas de anclaje mediante grapas de anclaje tipo puño de acero galvanizado al caliente con dos abrazaderas en "U" de  $\frac{1}{2}"\phi$ , pin  $\frac{5}{8}"\phi$  el diseño será tal que elimine las posibles deformaciones del conductor cableado, carga de rotura mínima será 100% del tiro de rotura del conductor.

**b) Adaptador Horquilla Bola**

Fabricado de acero galvanizado al caliente ancho de la horquilla  $13/16"$  largo  $3"$  con pin de  $5/8" \phi$ , sirve de unión del aislador con el perno ojo, poder de ruptura 78 480 KN.

Catálogo N° C-501-0066 A.B CHANCE

**c) Adaptador Casquillo Ojo (Rótula Ojal)**

Fabricado de acero galvanizado al caliente espesor del ojo  $\frac{5}{8}"\phi$ , diámetro del agujero para el pin  $\frac{11}{16}"$ , longitud del cuerpo  $2"$ , sirve de unión del aislador y la grapa de anclaje, poder de ruptura 78 480 KN.

Catálogo N° C-501-0062 A.B CHANCE

**d) Ojal Roscado**

Fabricado de acero forjado galvanizado al caliente de 5/8"φ x 3 1/4" long. ancho 1 1/4" sirve de unión entre la horquilla bola y la varilla roscada, carga de rotura mínima 52 483,50 KN.

Norma ELECTROLIMA LE-7-622

**e) Varilla Roscada**

Fabricado de acero al carbono galvanizado al caliente de 5/8"φ x 12" long. roscado en toda su longitud previstas de cuatro tuercas cuadradas, sirve para la sujeción y ajuste de los aisladores tipo suspensión en las crucetas de concreto, madera y postes; carga de rotura mínima 52 483,50 KN.

Norma ELECTROLIMA LE-7-505

**f) Arandela Cuadrada Curvada**

Fabricado de acero galvanizado al caliente de 2" x 2" x 3/16" con agujero en el centro de 11/16", sirve de unión entre el poste y la tuerca de la varilla roscada, esfuerzo cortante de rotura 52 483,50 kN.

Norma ELECTROLIMA LE-7-620

**2.6.5 Otras Normas Aplicables**

a) Para aisladores

ANSI C 29.5 Y C 25.6 (tipo pin)

ANSI C 29.5 (tipo suspensión)

b) Para accesorios galvanizados

ASTM-A 153 ZINC COATING (hot-tip) on iron and steel hardware.

ASTM - A7 Forged steel

## **2.7 Equipo de Seccionamiento y Protección**

### **2.7.1 Seccionador Cortacircuito Fusible**

Serán unipolares del tipo cut out para instalación vertical a la intemperie en crucetas de concreto, el cierre superior del seccionador será a prueba de aberturas accidentales, el seccionamiento será automático al fundirse el fusible ó en forma manual mediante pértiga de enganche.

Estarán provistos de grapas terminales de canales paralelos tipo universal para recibir al conductor N° 16 mm<sup>2</sup> sección.

Las características técnicas son

- Tipo de seccionador : Cut-Out
- Tensión nominal : 15 kV
- Tensión de servicio : 10 kV
- Resistencia al voltaje impulso  
(1.2 \* 50 microsegundos) : 95 kV (BIL)
- Corriente nominal : 200 Amp.
- Longitud línea de fuga : ≥ 294 mm
- Rango de interrupción : 10 KA

- Dimensiones : Long. total 25½"  
Ancho desde soporte al  
colgadero 15½"
- Montaje : Intemperie
- Peso : 91,22 KN.
- Valor mínimo resistente en seco  
a 60 Hz, 60 segundos : 58 kV (rms)
- MC GRAW - EDISON COMPANY : Catal. 240-20

### **2.7.2 Fusible de Expulsión**

El fusible seccionador unipolar aéreo se instalan en los portafusibles de los seccionadores unipolares aéreos (cut-outs)

Características principales

- Tensión nominal : 10 kV
- Capacidad de interrupción asimétrico : 10 KA (rms)
- Característica operación : K - ANSI
- Norma ELECTROLIMA PE-7-312

## **2.8 Sistema Puesta a Tierra**

### **2.8.1 Alcances**

Las estructuras de la línea tendrán puesta a tierra, la resistencia de puesta a tierra del sistema no será mayor a 10 ohmios.

Los materiales que componen el sistema de puesta a tierra son los siguientes:

**a) Electrodo puesta Tierra**

Será de varilla tipo copperweld construido núcleo de acero al carbono SAE 1010/1020 recubierto con una camada de cobre de un proceso electrolítico con un espesor 0,254 mm haciendo una ligazón permanente con el núcleo de acero el cual asegura de la corrosión al núcleo de acero con gran durabilidad.

Las dimensiones son: 5/8"  $\phi$  x 2,40 m.

**b) Grapa para Electrodo puesta a Tierra**

Fabricado de bronce al silicio de alta resistencia que permita un contacto homogéneo y seguro entre los dos elementos.

- Diámetro nominal : 5/8"  $\phi$
- Diámetro del conductor permitido : 10 - 50mm<sup>2</sup>

**c) Conductor puesta a Tierra**

El conductor para puesta a tierra será de cobre desnudo cableado, temple blando, 7 hilos de 16 mm<sup>2</sup> de sección. Sirve de unión entre los elementos metálicos de los accesorios que están instaladas en estructuras y conectados al electrodo de puesta a tierra.

**d) Planchas de Cobre para puesta a Tierra**

Construido de plancha de cobre electrolítico tipo "J" de dimensiones 1½" ancho x 6" long. x 1/8" espesor con agujero 13/16"  $\phi$ , sirve para la unión del conductor de



puesta a tierra y los elementos metálicos que componen los herrajes y ferretería de las estructuras.

#### **e) Tubería Plástica PVC**

La tubería será tipo PVC-SAP 1"  $\phi$  x 1,50m. sirve de protección del cable de puesta de tierra, desde la salida de la estructura de C.A.C hasta el pozo de tierra donde se encuentra instalado el electrodo puesta tierra.

### **2.9 Conectores de Derivación**

#### **2.9.1 Conectores tipo Perno Partido.**

Serán fabricados de bronce para conexión de redes eléctricas aéreas, conductores de cobre tanto principales como de derivación para nuestro proyecto el rango del conductor es 10 a 16 mm<sup>2</sup>, son operables con herramientas convencionales.

Norma ELECTROLIMA LE-7-401.

## **CAPITULO III ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL MONTAJE ELECTROMECHANICO**

### **3.0 Generalidades**

El montaje de los equipos y materiales se efectuarán teniendo en cuenta las recomendaciones del Código Nacional de Electricidad del Perú, Normas del MEM y normas de Electrolima.

El personal que se emplea en la ejecución de las obras electromecánicas deberá ser calificado, competente y experimentado en trabajos similares.

Los planos y especificaciones que el ejecutor de obra reciba, son los correctos, pero no se garantiza una total exactitud, por lo tanto la omisión de cualquiera de los materiales menudos necesarios para el normal funcionamiento del conjunto serán incluidos por el ejecutor de obra, sin costo alguno para ELECTROPERU, de igual modo deberá entregar los planos de replanteo de la obra elaborados por él con las modificaciones efectuadas.

Terminado el montaje total, se hará la prueba final de toda la instalación para verificar el correcto funcionamiento del conjunto. Si se encontrara deficiencias o fallas el ejecutor de las obras efectuará las correcciones a la brevedad posible, dejándola apta para la recepción oficial correspondiente.

### **3.1 Alcances**

El trabajo consistirá en instalar, de acuerdo a los planos del proyecto, los materiales y equipos descritos en las especificaciones técnicas de suministro.

Así mismo se harán las pruebas antes de la puesta en operación, exigiendo que se cumplan con las normas y códigos vigentes.

### **3.2 Características Técnicas de Montaje**

#### **3.2.1 Postes y Crucetas**

##### **a. Postes de alineamiento y anclaje**

Los postes de la línea, se instalarán conforme se indique en los planos del proyecto. Durante las maniobras de transporte y de la instalación no deberán producirse deterioros en el acabado del poste. Deberá verificarse el alineamiento correcto de la postería y su verticalidad, incluyendo los postes de anclaje y ángulo, se colocarán con una inclinación opuesta a la resultante de las fuerzas para que queden verticales cuando estén con cargas.

La cimentación se hará con mezcla de concreto de 1:8 a una profundidad según lo indicado en los planos se resanarán las pistas y/o veredas dañadas durante la ejecución de obra y se eliminarán desmontes resultantes de las excavaciones.

**b. Postes de seccionamiento.**

En los postes de seccionamiento se seguirá las indicaciones para el montaje de los Cut Out y Puesta a Tierra.

**c. Instalación de crucetas.**

Antes de proceder al montaje, deberá verificarse el estado de los diferentes elementos. La instalación de las crucetas y accesorios se realizará antes de izado del poste, debiendo cuidarse que las crucetas guarden perfecta perpendicularidad respecto al eje del poste y poniendo especial cuidado en el fraguado de los mismos.

Para el embone de las crucetas de concreto al poste, se deberá utilizar mezcla de concreto fino, que deberá cubrir uniformemente la parte periférica del poste y la interna del hueco de embone de la cruceta, deberá verificarse que el fraguado del concreto se haya realizado antes del izado del poste.

### **3.2.2 Instalación de Aisladores y Accesorios**

#### **a. Aisladores tipo PIN**

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

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

Se deberá verificar el ajuste correcto de los elementos y la posición de las ranuras del aislador esté en el sentido de la línea.

#### **b. Cadena de aisladores.**

Antes de proceder al armado de la cadena de aisladores, se verificará que sus elementos no presenten defectos y que estén limpios. Luego se preparará el armado cuidadosamente.

La instalación se efectuará en postes ya izados teniendo cuidado que durante la instalación de las cadenas a su posición no se produzcan golpes que puedan dañar los aisladores.

### **3.2.3 Instalación de Retenidas**

Una vez instalado el poste y fraguado la base de cimentación se procederá al montaje de la retenida.

El bloque de anclaje se colocará juntamente con la varilla respectiva de acuerdo a lo indicado en los planos.

El ajuste final de las grapas se hará previamente al templado de los conductores.

#### **3.2.4 Tendido de Conductores Aéreos**

Durante el transporte y tendido de conductores este deberá manipularse de manera que no sufra daños o raspaduras, no se ejecutará ningún empalme a menos de 3 mts. del poste, el conductor deberá ser reinstalado mediante poleas por varios vanos contiguos, quedando suspendido en este tramo para posterior ajuste de templado y fijado a los aisladores.

En los aisladores tipo PIN se fijará el conductor de acuerdo al amarre típico existente en las cadenas mediante los respectivos accesorios.

Los empalmes y derivaciones se ejecutará mediante grapas y manguitos.

#### **3.2.5 Puesta a Tierra**

Se instalarán en todos los armados, observándose las reglamentaciones dadas por el C.N.E.

En general deberá ser puesto a tierra todos los pernos de sujeción de los aisladores y vientos. Estas se realizarán con cable de 16 mm<sup>2</sup> de sección, rígidamente fijados a los pernos antes mencionados y terminando en una barra de tierra Copperweld de 5/8" de diámetro, conectados a través de un conector con pernos de ajuste.

Se cuidará que el valor de resistencia del terreno no sobrepasa de 10 Ohmios.

## CAPITULO IV CALCULOS JUSTIFICATIVOS

### **4.0 Cálculos Eléctricos**

#### **4.1 Consideraciones Generales**

La consideración fundamental para los cálculos es que al año de vida útil asignado a la línea, ésta cumpla con los mínimos requerimientos establecidos por las normas pertinentes.

##### **4.1.1 Información Básica**

Tensión de la red	:10 kV
Altura sobre el nivel del mar	:30 m.
Frecuencia	:60 Hz.
Ternas	:01
Sistema	:3 $\phi$
Material del conductor	:Cobre
Sección	:16 mm <sup>2</sup>
Diámetro	:5,10 mm
Resistencia a 20°C	:1,17ohm / Km.
Factor de potencia	:0,9

#### 4.1.2 Distancias Mínimas entre Conductores

Estas distancias deben ser tales que en cualquier punto del vano, especialmente en puntos centrales no haya riesgo de corto circuito.

Según C.N.E. (2.2.5.1)

La separación mínima en los postes y en cualquier punto del punto del vano deberá ser:

- Para tensiones inferiores ó  
igual a 11 000 V : 0,40 cms.
- Para tensiones superiores  
a 11 000 V es : 0.40 m + 0,01 m/kV  
en exceso de 11 kV.
- Distancia mínima a medio vano para conductores menores  
a 35 mm<sup>2</sup>.

$$0,0076 U + 0,65 \sqrt{f - 0,60}$$

Donde:

f = Es la flecha máxima en metros sin viento.

U = Tensión de la línea en kV.  
considerando una flecha máxima

f = 2,795 m. para una temperatura de 50°C y un vano de 140 m.



Tenemos:

$$d \text{ mín} = 0,0076 \times 10 + 0,65 \sqrt{2,759 - 0,60}$$

$$d \text{ mín} = 1,031 \text{ m}$$

### **DISTANCIA A MASA**

Según C.N.E. 2.2.5.2(b) para estructuras

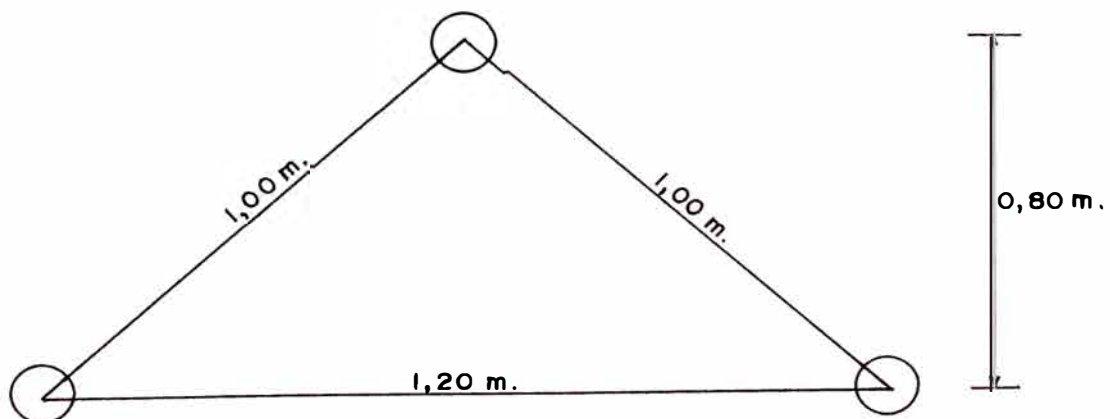
La separación mínima entre conductores, sus accesorios en tensión a sus estructuras soportadoras no será inferior a

$$0,1 + \frac{V}{150} \geq 0,20 \text{ m}$$

$V$  = Tensión nominal en kV.

Por lo tanto la configuración de la terna será la siguiente. Según norma LD-7-160 ELECTROLIMA.

### **DISPOSICION DE CONDUCTORES**



**GRAFICO N° 4.2.1**

## **4.2 Cálculos de Parámetros Eléctricos**

### **4.2.1 Distancia Media Geométrica (Dm)**

$$Dm = \sqrt[3]{1,00 \times 1,00 \times 1,20}$$

$$Dm = 1,063 \text{ m}$$

### **4.2.2 Reactancia Inductiva (XL)**

Está determinada por la fórmula

$$XL = 0,173646 \log \frac{2Dm}{K \cdot d} \text{ (Ohms / Km)}$$

Donde:

Dm = Distancia media geométrica (m)

K = Constante del conductor para 7 hilos igual a 0,726  
(Enriquez Harper Tomo I Líneas de transmisión)

d = Diámetro del conductor (m)

$$XL = 0,173646 \log \frac{2 \times 1,063}{0,726 \times 0,0051} = 0,479099$$

### **4.2.3 Resistencia (R)**

Considerando la máxima temperatura de operación del conductor a 50°C de acuerdo con la fórmula siguiente tenemos:

$$R_{50^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} [ 1 + \alpha(T_2 - T_1) ]$$

$\alpha$  = 0,00382 (1/°C) Para conductores de cobre temple duro.

$$R_{50^\circ\text{C}} = 1,17 [ 1 + 0,00382 (50 - 20) ]$$

$$R_{50^\circ\text{C}} = 1,17 [ 1 + 0,00382 (30) ]$$

$$R_{50^\circ\text{C}} = 1,304082 \text{ (Ohms/Km)}$$

#### 4.2.4 Cálculo de Caída de Tensión ( $\Delta V\%$ )

$$\% \Delta V = \frac{Z}{10V^2} XL \times \Sigma P$$

Donde:

$\Sigma P$  - Potencia en (kVA)

L = Longitud de la línea (Km)

V = Tensión de línea en (kV)

Z = Impedancia de la línea (ohms/Km)

$Z$  -  $R \cos\phi + XL \operatorname{sen}\phi$

$\phi$  = Angulo de desfase

$$\% \Delta V = \frac{(R \cos\phi + XL \operatorname{sen}\phi) \times L \times \Sigma P}{10V^2}$$

$$\% \Delta V = 1,383 \times 10^{-3} \times L \times \Sigma P$$

$$\% \Delta V = 1,383 \times 10^{-3} \times 3,813 \text{ Km} \times 497,6 \text{ kVA}$$

$$\% \Delta V = 2,62 \text{ kV.}$$

Ver lamina N°4.1.A

#### 4.2.5 Pérdida de Potencia (%P)

Se aplica la fórmula

$$p = \frac{3 I^2 \times R \times L}{1000}$$

Pero:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos\phi} = \frac{497,6}{\sqrt{3} \times 10 \times 0,9} = 31,92 \text{ A}$$

$$P = \frac{3 \times (31,92)^2 \times 1,3041 \times 3,813}{1000} = 5,20$$

$$\%P = \Delta P \times 100 \frac{15,20}{497,6} \times 100 = 3,05$$

$$\%P = 3,05Kw$$

### CUADRO N° 4.2.5

#### CAIDA DE TENSION Y PERDIDAS DE POTENCIA

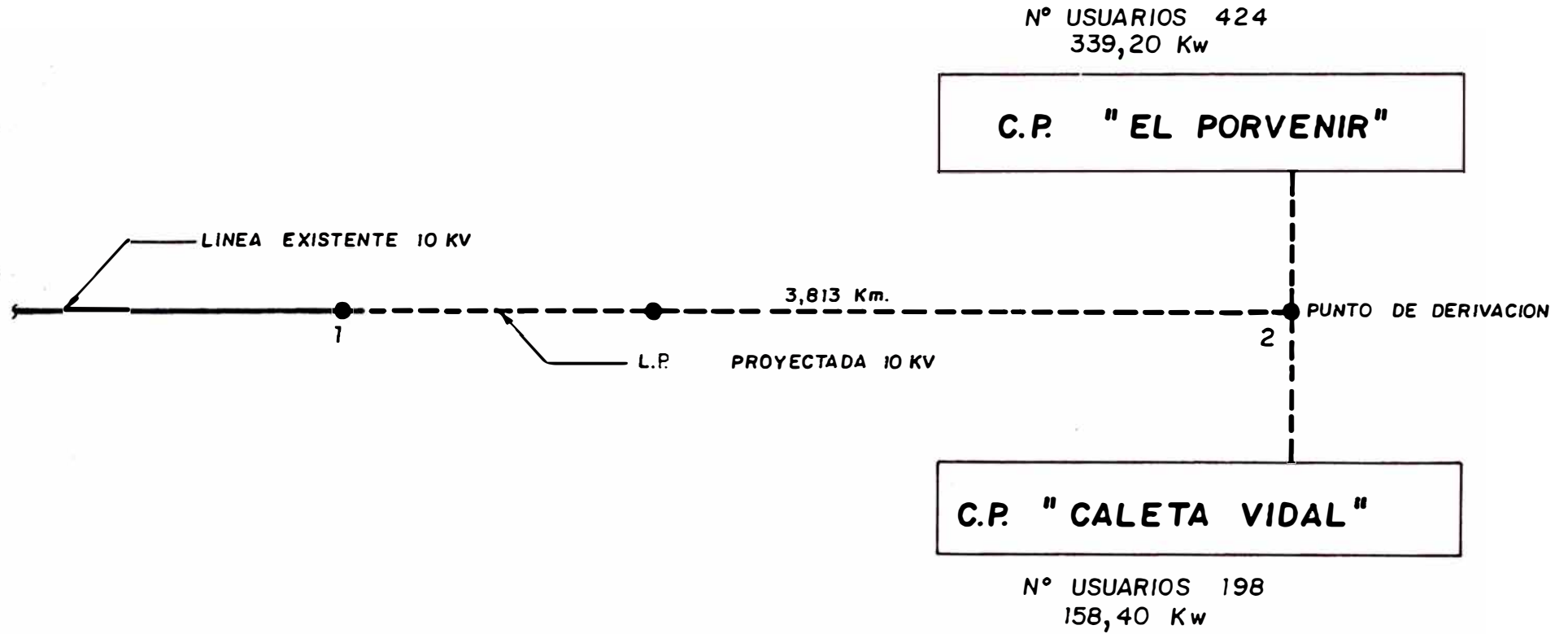
PUNTOS	1	2
P (Kw)	0,0	497,60
$\Sigma P$ (Kw)	497,60	497,60
L (Km)	0,0	3,813
S (mm <sup>2</sup> )	16	16
$\Delta V$ (%)	0,0	2,62
$\Sigma \Delta V$ (%)	2,62	2,62
$\Delta P$ (Kw)	0,0	15,20
$\Delta P$ (%) (Kw)	0,0	3,05

### 4.3 Cálculo Mecánico del Conductor

#### 4.3.1 Objetivo

Para el cálculo mecánico del conductor es usual formular tres hipótesis básicas de trabajo, donde nos permite determinar los esfuerzos máximos y mínimos que puede soportar el conductor.

# DIAGRAMA DE CARGA L.P. EN 10 KV



LAMINA Nº 4.1. A

### 4.3.2 Hipótesis de Cálculo

#### a) HIPOTESIS I : DE MAXIMOS ESFUERZOS

Donde se suponen las mayores exigencias mecánicas del conductor, donde interviene la mínima temperatura, formación de hielo si existiera, presión del viento máxima; en estas condiciones el coeficiente de seguridad es de menor valor con respecto al esfuerzo máximo admisible.

#### b) HIPOTESIS II: DE CONDICIONES DE TEMPLADO

Se refiere a las condiciones de instalación de la línea a condiciones normales de operación, por lo general se considera una temperatura promedio y una presión de viento nula.

#### c) HIPOTESIS III: DE MAXIMA FLECHA

Es la condición de acercamiento del conductor al terreno, se presenta a máxima temperatura sin viento, ni formación de hielo.

#### 4.3.2.1 Hipótesis Asumidas

##### **HIPOTESIS I      MAXIMOS ESFUERZOS**

Temperatura mínima	: 5°C
Velocidad del viento	: 75 Km/hr
Hielo	: no hay
Coeficiente de seguridad	: 3

**HIPOTESIS II: DE TEMPLADO**

Temperatura promedio : 20°C

Presión del viento : Nulo

**HIPOTESIS III: MAXIMA FLECHA**

Temperatura máxima : 50°C

Presión del viento : Nulo

**4.3.3 Cálculos de Cambio de Estado**

Partiendo de la hipótesis I para determinar los nuevos esfuerzos a nuevas condiciones, emplearemos la ecuación de cambio de estado (método de truxa)

La fórmula es:

$$\sigma_2^2 \left[ \sigma_2 + \frac{W_1^2 L^2}{S^2 \sigma_1^2} \times \frac{E}{24} - \sigma_1 - \alpha E(T_1 - T_2) \right] = \frac{W_2^2 L^2}{S^2} \times \frac{E}{24}$$

donde:

$\sigma_1$  = Esfuerzo admisible en la hipótesis inicial (Kg/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_2$  = Esfuerzo admisible en la hipótesis final (Kg/mm<sup>2</sup>)

$W_1$  = Peso resultante en la hipótesis inicial (Kg/m)

$W_2$  = Peso resultante en la hipótesis final (Kg/m)

$T_1$  = Temperatura inicial (°C).

$T_2$  = Temperatura final (°C).

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal (1/°C)

$E$  = Módulo de elasticidad (Kg/mm<sup>2</sup>)

$S$  = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

L = Vano (m)

#### 4.3.4 Características del Conductor

Material	: Cobre desnudo
Temple	: duro
Sección	: 16 mm <sup>2</sup>
Número de hilos	: 7
Diámetro	: 0,0051 m
Peso teórico unitario (w)	: 0,143 Kg/m
Tiro de rotura (T <sub>R</sub> )	: 621 Kg
Esfuerzo de rotura T <sub>R</sub>	: 38,81 Kg/mm <sup>2</sup> -6
Coefic. de dilatación (α)	: 17 x 10 <sup>-6</sup> 1/°C
Módulo de elasticidad (E)	: 12650 Kg/mm <sup>2</sup>

#### 4.3.5 Determinación de los Cálculos de Cambio de Estado

Partimos de la Hipótesis I para determinar los nuevos esfuerzos a nuevas condiciones Hipótesis II.

La fórmula de truxa la simplificamos haciendo:

$$B = -\alpha E (T_1 - T_2)$$

$$C = \left[ \frac{W_1 L}{\sigma_1 S} \right]^2 \times \frac{E}{24}$$

$$D = \left[ \frac{W_2 L}{S} \right]^2 \times \frac{E}{24}$$

Tenemos:

$$\sigma_2^2 [\sigma_2 + B + C - \sigma_1] = D$$



Hacemos

$$P = -\sigma_1 + (B + C)$$

$$-P = \sigma_1 - (B + C)$$

$$\sigma_2^2 [\sigma_2 - P] = D$$

### **Peso del conductor en las diferentes Hipótesis.**

#### **HIPOTESIS I**

Presión del viento según C.N.E. (2.2.2.2)

$$P_v = kV^2$$

donde:

$$P = \text{Presión del viento (Kg/m}^2\text{)}$$

$$K = 0,0042 \text{ Coeficiente para superficies cilíndricas.}$$

$$V = \text{Velocidad del viento en Km/hr.}$$

$$P_v = 75^2 \times 0,0042 = 23,625 \text{ Kg/m}^2$$

Presión del viento sobre el conductor ( $P_{vc}$ )

$$P_{vc} = P_v \times \phi_c$$

$$P_{vc} = 23,625 \text{ Kg/m}^2 \times 0,0051 \text{ m} = 0,120 \text{ Kg/m.}$$

$$W_1 = \sqrt{W_c^2 + P_{vc}^2} = \sqrt{0,143^2 + 0,120^2} = 0,187 \text{ Kg/m}$$

$$W_1 = 0,187 \text{ Kg/m.}$$

#### **HIPOTESIS II Y III**

$$W_2 = W_3 = 0,143 \text{ Kg/m.}$$

pues no existe viento ni hielo.

Esfuerzo mínimo de rotura ( $\sigma_R$ )

$$\sigma_R = \frac{T_R}{S} = \frac{621}{16} = 38,81$$

$$\underline{\sigma_R = 38,81 \text{ Kg/mm}^2}$$

Esfuerzo de trabajo ( $\sigma_T$ )

De las fórmulas:

$$n = \frac{\sigma_R}{\sigma_T} = \frac{T_R}{T_T}$$

$$\sigma_T = \frac{\sigma_R}{n} = \frac{38,81}{3} = 12,936$$

$$\sigma_T = 12,94 \text{ Kg/mm}^2$$

#### **4.3.6 Determinación de los Esfuerzos en las Condiciones de Templado**

VANOS

L min = 80 m.

L máx = 160 m.

TEMPERATURAS

T máx = 50°C

T min = 5°C

El desnivel del terreno es mínimo entonces  $h/d = 0$

De la fórmula simplificada de truxa.

Calculamos los parámetros respectivos.

Los subíndices (1) indican valores de la hipótesis I los

subíndices (2) se refieren a la hipótesis II

$$B = \alpha E(T_2 - T_1)$$

$$C = \left( \frac{W_1 L}{\sigma_1 S} \right)^2 \times \frac{E}{24}$$

$$D = \left( \frac{W_2 L}{S} \right)^2 \times \frac{E}{24}$$

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\sigma_2^2 [\sigma_2 + B + C - \sigma_1] = D$$

Reemplazando valores en las fórmulas anteriores para diferentes temperaturas y vanos, tenemos una tabla donde se muestra lo siguiente:

TEMPERATURA °C	VANO EN METROS		
	$\sigma$	T	f
5	ESFUERZO	TIRO	FLECHA
10			
15	EN	EN	EN
20			
25			
30	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg	m
50			

Esta tabla se muestra en el cuadro N° 4.3.6

Calculamos los parámetros de la fórmula simplificada de truxa donde se muestra en los siguientes cuadros:

**CALCULO DE " B "**

$$B = -\alpha E ( T_1 - T_2 )$$

°C	$\Delta T$	B
5	0	0
10	5	1,0752
15	10	2,1505
18	13	2,7956
20	15	3,2257
25	20	4,3010
30	25	5,3762
40	35	7,5268
50	45	9,6772

**CALCULO DE " C "**

$$C = \left( \frac{W_1 L}{\sigma_1 S} \right)^2 \times \frac{E}{24}$$

VANO	80	100	120	140`	160
PARAM.C	2,752	4,300	6,192	8,428	11,007

**CALCULO DE " D "**

$$D = \left( \frac{W_2 L}{S} \right)^2 \times \frac{E}{24}$$

VANO	80	100	120	140`	160
PARAM.D	269,458	421,028	606,281	825,216	1077,833

CUADRO N° 4.3.6

TABLA DE TEMPLADO DEL CONDUCTOR

TABLA PARA CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 16 mm <sup>2</sup>															
VANO (m)	80			100			120			140			160		
°C	σ	T	f	σ	T	f	σ	T	f	σ	T	f	σ	T	f
5	12,040	192,640	0,594	11,711	187,376	0,954	11,408	182,528	1,410	11,150	178,400	1,964	11,000	176,000	2,600
10	11,245	179,920	0,836	11,028	176,448	1,013	10,836	173,376	1,485	10,677	170,032	2,051	10,547	168,752	2,712
15	10,488	167,808	0,682	10,390	166,240	1,075	10,306	164,896	1,561	10,237	163,792	2,139	10,181	162,896	2,809
18	10,057	160,912	0,711	10,028	160,448	1,114	10,043	160,688	1,602	9,992	159,872	2,191	9,973	159,568	2,868
20	9,780	156,480	0,731	9,800	156,800	1,140	9,815	157,040	1,639	9,830	157,280	2,227	9,840	157,440	2,907
25	9,123	145,968	0,784	9,255	148,080	1,207	9,363	149,808	1,718	9,452	151,232	2,317	9,521	152,336	3,004
30	8,522	136,352	0,839	8,755	140,080	1,276	8,950	143,200	1,797	9,100	145,600	2,406	9,225	147,600	3,100
40	7,483	119,728	0,955	7,885	126,160	1,417	8,212	131,392	1,959	8,475	135,600	2,584	8,687	138,992	3,292
50	6,635	106,160	1,077	7,165	114,640	1,559	7,540	128,640	2,134	7,936	126,976	2,759	8,217	131,772	3,481

#### 4.3.7 CALCULO DE LA FLECHA MAXIMA

Para el cálculo de la flecha en vanos de diferente longitud aplicamos la fórmula.

$$f = \frac{W_2 L^2}{8 S \sigma_2}$$

donde:

$W_2$  = Peso teórico del conductor (Kg/m)

$L$  = Vano (m)

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

$\sigma_2$  = Esfuerzo en la hipótesis considerada

La fórmula del esfuerzo ó tiro de trabajo es

$$\sigma_T = \frac{T_T}{S}$$

donde:

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

$T_T$  = Tiro de trabajo (Kg)

$\sigma_T$  = Esfuerzo de trabajo ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ )

Los cálculos hallados en los ítems 4.3.6; 4.3.7 se muestran en el cuadro N° 4.3.6 que se denomina tabla de templado, nos da los esfuerzos que debe aplicarse al conductor para su tendido.

#### 4.3.8 Cálculo de los Esfuerzos en las Hipótesis I y III

##### 4.3.8.1 Cálculo del Vano Básico

El tensado de los conductores comprendidos entre dos estructuras de anclaje debe tener el mismo esfuerzo a lo largo de todo el tendido de la línea.

Para calcularlo aplicamos la siguiente Fórmula:

$$\text{Vano Básico} = \sqrt{\frac{L_1^3 + L_2^3 + L_3^3 + \dots L_n^3}{L_1 + L_2 + L_3 + \dots L_n}}$$

$$\text{Vano Básico} = \sqrt{\frac{80^3 + 100^3 + 120^3 + 140^3 + 160^3}{80 + 100 + 120 + 140 + 160}}$$

$$\text{Vano básico} = 129,6 \text{ m} \approx 130 \text{ m.}$$

Para nuestro caso se ha considerado un vano de 140 m. por que se adecua mucho mejor a los cálculos del diseño.

##### 4.3.8.2..ESFUERZOS EN LAS HIPOTESIS I y III

Partimos de las hipótesis de estado normal del conductor hipótesis II, aplicando el método de truxa y un vano básico de 140 m.

$$T_2 = 20 \text{ °C}$$

$$W_{r2} = 0,143 \text{ Kg/m}$$

$$\sigma_{02} = 9,83 \text{ Kg/mm}^2$$

Datos HIPOTESIS I

$$T_1 = 5^{\circ}\text{C}$$

$$W_{r1} = 0,187 \text{ Kg/m}$$

$$\sigma_{01} = ?$$

Adecuando los datos a la fórmula de truxa según los parámetros tenemos.

$$B = \alpha E (T_2 - T_1)$$

$$C = \left( \frac{W_1 L}{\sigma_1 S} \right)^2 \times \frac{E}{24}$$

$$D = \left( \frac{W_2 L}{S} \right)^2 \times \frac{E}{24}$$

Reemplazando los valores correspondientes tenemos:

$$B = 17 \times 10^{-6} \times 12650 (20 - 5)$$

$$B = 2,55 \times 10^{-4} \times 12650$$

$$C = \left( \frac{W_2 L}{\sigma_2 S} \right)^2 \times \frac{E}{24} = \left( \frac{0,143 \times 140}{16 \times 9,83} \right)^2 \frac{12650}{24}$$

$$C = 12650 \times 6,7510279 \times 10^{-4}$$

$$D = \left( \frac{W_1 L}{S} \right)^2 \times \frac{E}{24} = \left[ \frac{0,187 \times 140}{16} \right]^2 \times \frac{12650}{24}$$



$$D = 1411,168$$

$$B + C = 12650 \times 10^{-4} (2,55 + 6,7510279)$$

$$B + C = 11,766$$

$$\sigma_1^2 [\sigma_1 + B + C - \sigma_2] = D$$

$$\sigma_1^2 [\sigma_1 + 11,766 - 9,83] = 1411,168$$

$$\sigma_1 = 10,61 \text{Kg} / \text{mm}^2$$

Esfuerzo en la Hipótesis III

$$T_3 = 50^\circ\text{C}$$

$$W_3 = 0,143 \text{ Kg/mm}^2$$

$$L = 140 \text{ m.}$$

$$\sigma_3 = ?$$

Aplicando la fórmula de truxa y los datos de la Hipótesis II tenemos:

$$B = -\alpha E (T_2 - T_3)$$

$$B = -17 \times 10^{-6} \times 12650 (20 - 50)$$

$$B = 12650 \times 5,1 \times 10^{-4}$$

$$C = \left( \frac{W_2 L}{\sigma_2 S} \right)^2 \times \frac{E}{24}$$

$$C = \frac{(0,143 \times 140)^2}{16 \times 9,83} \frac{12650}{24}$$

$$C = 12650 \times 6,7510279 \times 10^{-4}$$

$$B + C = 12650 \times 10^{-4} (5,1 + 6,7510279)$$

$$B + C = 14,99155$$

$$D = \left( \frac{W_3 L}{S} \right)^2 \times \frac{E}{24}$$

$$D = \frac{(0,143 \times 140)^2}{16} \frac{12650}{24}$$

$$D = 825,216$$

$$\sigma_3^2 [\sigma^3 + 14,992 - 9,83] = 825,216$$

$$\sigma_3^2 [\sigma_3 + 5,162] = 825,216$$

$$\sigma_3 = 7,94 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$

#### 4.3.9 DETERMINACION DE LA PLANTILLA DE FLECHA MAXIMA

Para la determinación del flechado correspondiente se utiliza la fórmula siguiente:

$$f_{\max} = h \left[ \cosh \frac{X}{h} - 1 \right]$$

Siendo:  $h = \frac{\sigma s}{W}$

W = peso del conductor en Kg/m.

$\sigma$  = Esfuerzo del conductor en la hipótesis III (Kg/mm<sup>2</sup>)

que nos da el esfuerzo mínimo.

s = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>

Vano de regulación 140 m.

$$h = \frac{16 \times 7,94}{0,143} = 888,39$$

Como f máx = Y

$$Y = 888,3 \left[ \cosh \frac{X}{888,39} - 1 \right]$$

Con la fórmula descrita elaboramos el cuadro de plantilla máxima N° 4.3.9 para el conductor de 16 m<sup>2</sup>.

Las escalas del gráfico a considerar serán las siguientes:

Escala horizontal (Eh) 1: 2,000

Escala vertical (Ev) 1: 500

#### **4.4 Cálculo Mecánico de Estructuras**

##### **4.4.1 Objetivo**

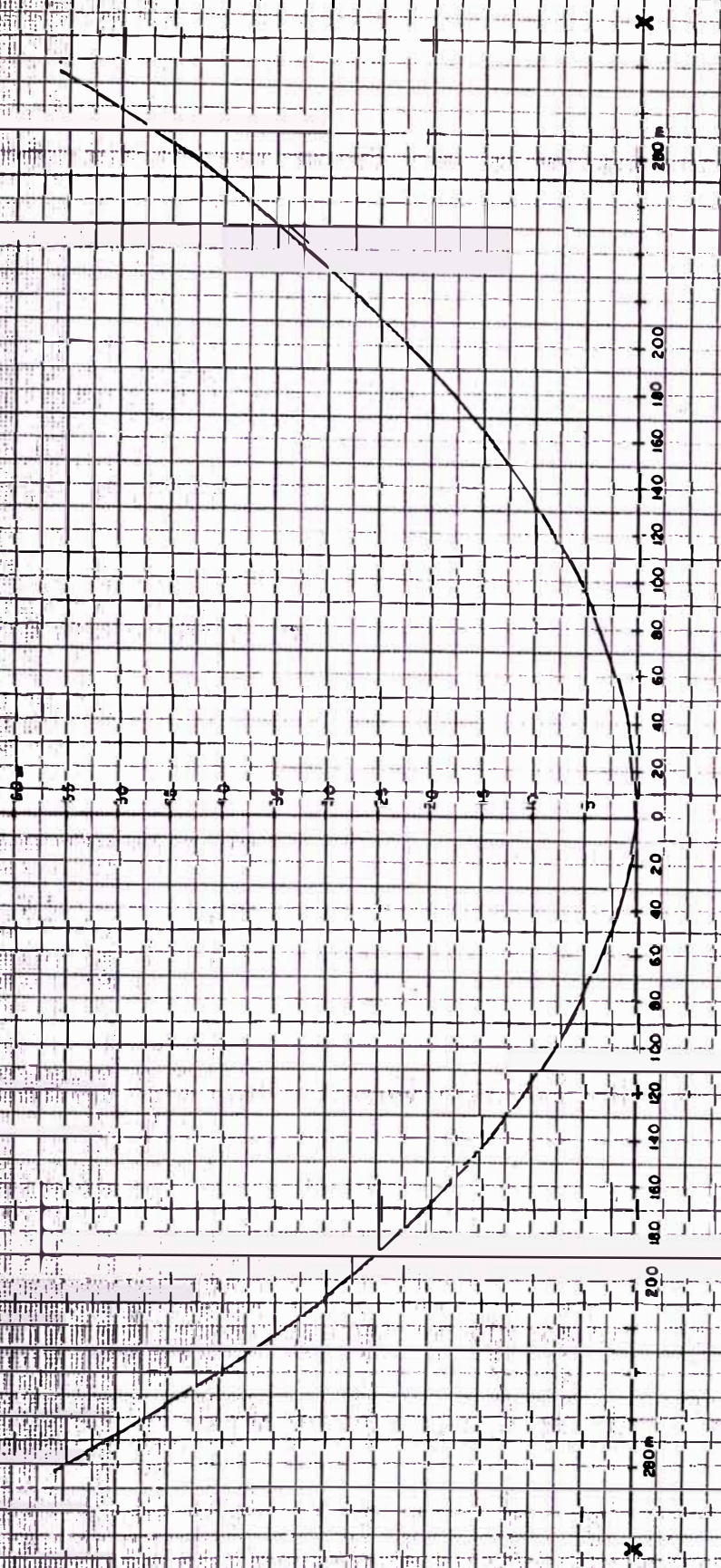
En el estudio se ha considerado postes de concreto armado centrifugado (c.a.c) porque ofrece permanencia en el servicio, por más tiempo que otro tipo de estructuras, pues ofrece buena resistencia a las condiciones climatológicas existentes en la zona.

Ofrece mínimo mantenimiento teniendo como consecuencia una solución económica más favorable.

CUADRO 4.3.9

PLANTILLA DE FLECHA MAXIMA  
 CONDUCTOR DE COBRE DE 16 mm<sup>2</sup>  
 PROGRAMACION

SEMIVANO o ABCISAS X (m)	VANO a=2x (m)	$\frac{X}{888.39}$	$\text{Cos h} \frac{X}{888.39} - 1$	FLECHAS MAXIMAS VERTICALES $f_{\text{max}} = 888.39 \left[ \text{Cos h} \frac{X}{888.39} - 1 \right]$
0	0	0	0	0
20	40	0.0225126	1.0002534-1=0.0002530	0.225
40	80	0.0450253	1.0010138-1=0.0010130	0.901
60	120	0.0675538	1.0022816-1=0.0022816	2.027
80	160	0.0900505	1.0040573-1=0.0040573	3.604
100	200	0.1125632	1.0063419-1=0.0063419	5.634
120	240	0.1350758	1.0091366-1=0.0091366	8.117
140	280	0.1575884	1.0124428-1=0.0124428	11.054
160	320	0.1801011	1.0162621-1=0.0162621	14.447
180	360	0.2026137	1.0205955-1=0.0205955	18.298
200	400	0.2251264	1.0254481-1=0.0254481	22.608
220	440	0.2476389	1.0308196-1=0.0308196	27.380
240	480	0.2701516	1.0367134-1=0.0367134	32.616
260	520	0.2926643	1.0431327-1=0.0431327	38.319
280	560	0.3151769	1.0500808-1=0.0500808	44.491
300	600	0.3376895	1.0575610-1=0.0575610	51.137



PLANTILLA DE FLECHA MAXIMA

CONDUCTOR DE COBRE DE 16 mm<sup>2</sup>

ESCALA HORIZONTAL 1:2 000

ESCALA VERTICAL 1:500

GRAFICO N° 4.3.9

#### 4.4.2 Características Principales de la Línea

Vano predominante	: 140 m.
Velocidad del viento	: 75 Km/Hr
Distancia mínima del suelo	: 6 m.
Número de conductores	: 3
Distancia entre conductores	: 1,20 m.

#### 4.4.3 Características de los Postes

El cuadro N° 4.4.3 nos muestra las características y dimensiones de los postes de (c.a.c) en base a los datos del fabricante y del gráfico 4.4.3.A

##### a) LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO

Según C.N.E. Item (2.2.4.2)

$$L_{\text{emp}} = \frac{H}{10} + 0,60 \quad (\text{m})$$

Reemplazando valores

$$L_{\text{emp}} = \frac{12}{10} + 0,60$$

$$L_{\text{emp}} = 1,80 \text{ m.}$$

CUADRO N° 4.4.3

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE POSTES DE C.A.C.						
LONGITUD DEL POSTE	LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO	ESFUERZO EN LA PUNTA	DIAMETRO EN ( mm. )			PESO
m	m	Kg	dv	db	de	Kg
12,00	1,80	200	120	300	273	750
		300	140	320	293	850
		400	160	340	313	980

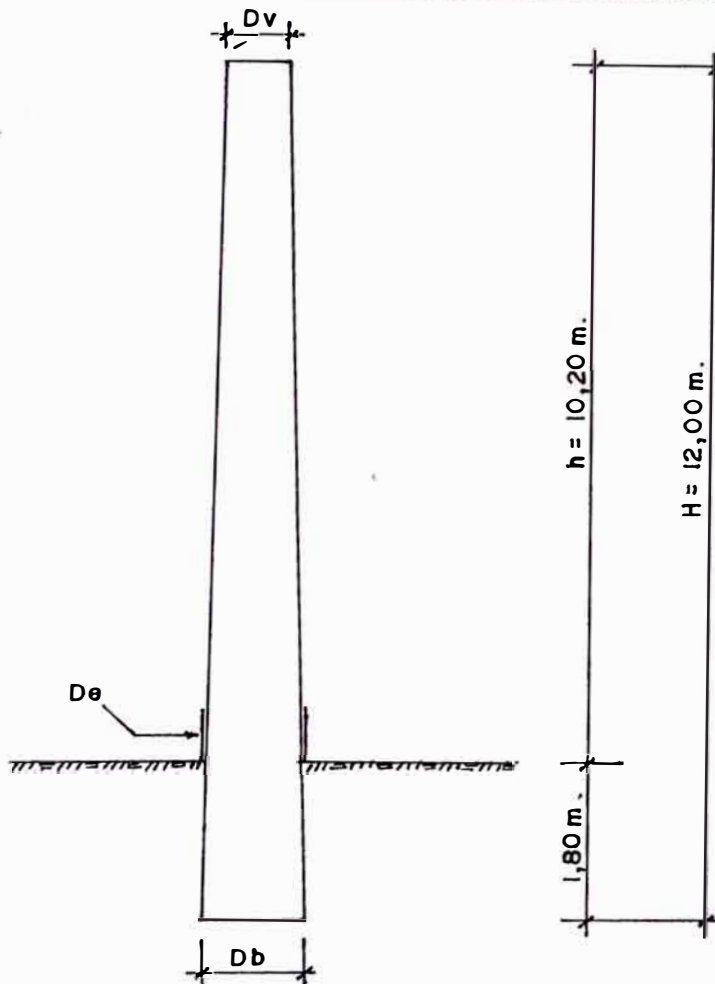


GRAFICO 4.4.3.A

### b) Cálculo del Diámetro de Empotramiento

Según la fórmula:

$$De = Dv + \frac{(Db - Dv) \times h}{H}$$

De = Diámetro en la línea de tierra (mm) (empotramiento)

Db = Diámetro en la base (mm)

Dv = Diámetro en el vértice (mm)

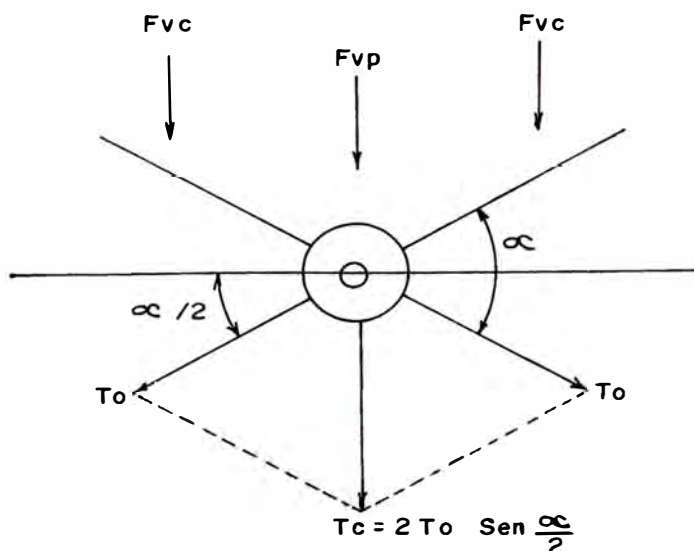
h = Altura libre del poste (m)

H = Altura total del poste (m)

Los resultados de (De) lo tenemos en el cuadro 4.4.3

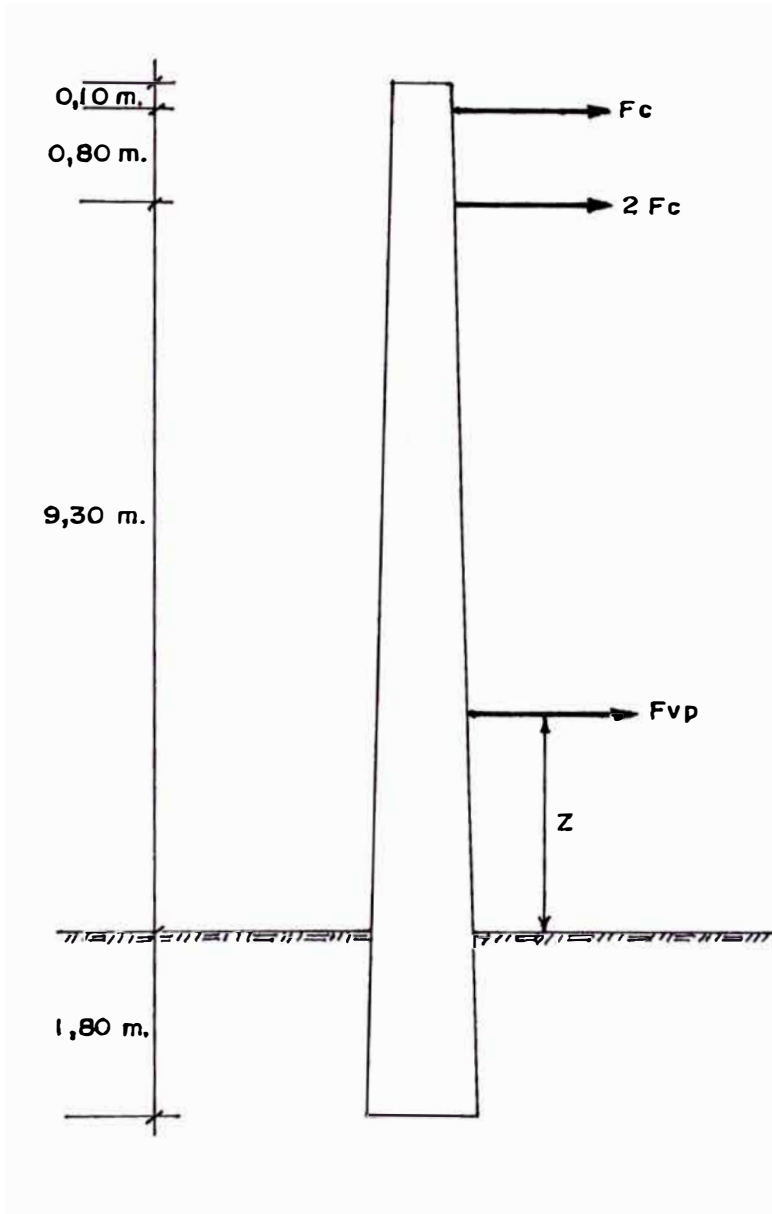
### c) Fuerzas Actuantes sobre las Estructuras

Debemos definir los parámetros variables que permiten el cálculo de esfuerzos en los postes.



**GRAFICO 4.4.3.C**



**GRAFICO N° 4.4.3.C.1**

Los parámetros según los gráficos 4.4.3.A, 4.4.3.C, y 4.4.3.C.1. son:

$F_p$  = Fuerza en la punta del poste (Kgr)

$F_{vc}$  = Fuerza del viento sobre conductores (Kg)

$F_{vp}$  = Fuerza del viento sobre el poste (Kg)

$Z$  = Distancia de aplicación de la ( $F_{vp}$ ) en (m)

$T_o$  = Tiro horizontal máximo del conductor (Kg)

$T_c$  = Tracción de los conductores (Kg)

$M_{vp}$  = Momento debido al viento y tracción de los conductores (Kg-m)

$\alpha$  = Angulo de la línea en grados.

$h$  = Altura libre del poste (expuesta al viento) (m)

#### **4.4.4 HIPOTESIS DE CALCULO**

##### **SUSPENSION**

Carga del viento perpendicular a la línea.

Teniendo en cuenta los parámetros descritos anteriormente y los gráficos correspondientes a 4.4.3.C y 4.4.3.C.1 los resultados se muestran en el cuadro 4.4.4

##### **a) Cálculo de la Fuerza del Viento sobre el Poste ( $F_{vp}$ )**

Aplicamos las fórmulas:

$$F_{vp} = \frac{(D_v + D_e)}{2} \times P_v \times h$$

Donde:

$$\frac{(D_v + D_e)}{2} \times h = \text{área del poste expuesta al viento.}$$

Haciendo los cálculos de acuerdo a fórmula descrita tenemos:

**Para poste 12/200**

$$Fvp = \frac{(120 + 273)}{2 \times 1000} \times 23,625 \times 10,2$$

$$Fvp = 47,35 \text{ Kg.}$$

**Para poste 12/300**

$$Fvp = \frac{(140 + 293)}{2 \times 1000} \times 23,625 \times 10,2$$

$$Fvp = 52,17 \text{ Kg.}$$

**Para poste 12/400**

$$Fvp = \frac{(160 + 313)}{2 \times 1000} \times 23,625 \times 10,2$$

$$Fvp = 56,99 \text{ Kg.}$$

**b) Cálculo de la Distancia de Aplicación de la Fuerza del Viento sobre el Poste(Z)**

Aplicamos la fórmula

$$Z = \frac{h}{3} \frac{(De + 2 Dv)}{De + Dv}$$

Reemplazando valores tenemos.

**Para poste 12/200**

$$Z = \frac{10,2}{3} \frac{(273 + 2 \times 120)}{273 + 120}$$

$$Z = 4,44 \text{ m.}$$

**Para poste 12/300**

$$Z = \frac{10,2}{3} \left( \frac{293 + 2 \times 140}{293 + 140} \right)$$

$$Z = 4,50 \text{ m.}$$

**Para poste 12/400**

$$Z = \frac{10,2}{3} \left( \frac{313 + 2 \times 160}{313 + 160} \right)$$

$$Z = 4,55 \text{ m.}$$

**c) Cálculo del Momento de la Fuerza del Viento sobre el Poste (Mvp)**

Aplicamos la fórmula

$$Mvp = Fvp \times Z$$

**Para poste 12/200**

$$Mvp = 47,35 \times 4,44$$

$$Mvp = 210,23 \text{ Kg} - \text{m}$$

**Para poste 12/300**

$$Mvp = 52,17 \times 4,50$$

$$Mvp = 234,77 \text{ Kg} - \text{m}$$

**Para poste 12/400**

$$Mvp = 64,19 \times 4,55$$

$$Mvp = 259,30 \text{ Kg} - \text{m}$$

**d) Fuerza del Viento sobre Conductores (Fvc)**

Aplicamos la fórmula

$$Fvc = Pv \times d \times L \times \cos \frac{\alpha}{2}$$

Donde:

$P_v$  = Presión del viento ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

$d$  = Diámetro exterior del conductor (m)

$\alpha$  = Angulo de la línea.

$L$  = Vano (m).

**e) Tracción de los Conductores ( $T_c$ )**

$$T_c = 2T_o \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Kg})$$

Donde:

$T_o$  = Tiro máximo de trabajo.

$\alpha$  = Angulo de la línea.

**Fuerza Total de los Conductores ( $F_c$ )**

$$F_c = T_c + F_{vc}$$

$$F_c = 2 T_o \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + P_v \times d \times L \times \cos \frac{\alpha}{2}$$

**Momento debido a la Fuerza del Viento sobre los Conductores ( $M_c$ )**

$$M_c = F_{vc} \times \sum h_i$$

$$M_c = (23,63 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}) (0,0051 \text{ m}) (140 \text{ m}) \times (\cos \frac{\alpha}{2}) (2 \times 9,30 + 10,10)$$

$$M_c = 16,87182 \left( \cos \frac{\alpha}{2} \right) 28,70$$

$$M_c = 484,22 \cos \frac{\alpha}{2}$$

**Momento debido al Tiro de los Conductores (MTc)**

$$MTc = Tc \times \Sigma hi$$

$$MTc = 2 To \text{ sen } \frac{\alpha}{2} \times \Sigma hi$$

Considerando el tiro máximo del conductor calculado con el máximo esfuerzo de trabajo ( $\sigma_T$ )

Como :

$$\sigma_T = \frac{To}{S}$$

$$To = 16 \text{ mm}^2 \times 12,94 \text{ Kg/mm}^2$$

$$To = 207,04 \text{ Kg}$$

Entonces:

$$MTc = 2(207,04) \left( \text{sen } \frac{\alpha}{2} \right) (28,70)$$

$$MTc = 11\,884,096 \times \text{sen } \frac{\alpha}{2} \text{ (Kg - m)}$$

**Momento debido a la Fuerza del Viento sobre el Poste (MFvp)**

De acuerdo al cálculo efectuado en el punto (c) para poste de alineamiento tenemos:

$$MFvp = 210,33 \text{ Kg - m.}$$

**Momento Total (MT)**

$$MT = Mc + MTc + MFvp$$

$$MT = 484,22 \cos \frac{\alpha}{2} + 11\,884,096 \text{ sen } \frac{\alpha}{2} + 210,33$$

**Fuerza en la Punta del Poste ( $F_p$ )**

$$F_p = \frac{MT}{h} \quad h = 10,10 \text{ m.}$$

Considerando los ángulos de desvío ( $\alpha$ ) que toma los valores 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 45; 60; 90 grados.

Se obtiene el cuadro N° 4.4.4.1

**CUADRO N° 4.4.4**

<b>PARAMETRO</b>	<b>POSTE 12/200</b>	<b>POSTE 12/300</b>	<b>POSTE 12/400</b>
<b>h (m)</b>	<b>10,20</b>	<b>10,20</b>	<b>10,20</b>
<b>Dv (m)</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>	<b>0,16</b>
<b>De (m)</b>	<b>0,273</b>	<b>0,293</b>	<b>0,313</b>
<b>Fvp (Kg)</b>	<b>47,35</b>	<b>52,17</b>	<b>56,99</b>
<b>Z (m)</b>	<b>4,44</b>	<b>4,50</b>	<b>4,55</b>
<b>Mvp (Kg-m)</b>	<b>210,23</b>	<b>234,77</b>	<b>259,30</b>

**4.4.5 Rotura del Conductor Superior**

El cálculo se hace para el caso más desfavorable, la rotura del conductor central se considera el 50% del tiro de rotura máximo tal como recomienda el C.N.E. (2.2.2.5a); consideramos un ángulo de desviación máximo de 5°.

CUADRO N° 4.4.4.1

$\sigma$ (°)	$\cos \frac{\sigma}{2}$	$\text{sen} \frac{\sigma}{2}$	MT Kg-m	Fp Kg
0	1,00000	0,0	694,55	68,77
5	0,99904	0,04362	1 212,47	120,05
10	0,99619	0,08716	1,728,47	171,14
15	0,99144	0,13053	2 241,59	221,94
20	0,98481	0,17365	2 750,84	272,36
25	0,97630	0,21644	3 256,26	322,30
30	0,96593	0,25882	3 753,88	371,67
45	0,92388	0,38268	5 205,53	515,40
60	0,86603	0,50000	6 571,72	650,67
90	0,70711	0,70711	8 956,05	886,74

Momento debido a la fuerza del viento sobre los conductores (M<sub>vc</sub>).

$$M_{vc} = F_{vc} \times \Sigma h_i$$

$$M_{vc} = (23,63 \text{ Kg/m}^2) (140\text{m}) (0,0051\text{m}) (2) (9,30\text{m}) (\cos \alpha/2, 5) \\ + (23,63 \text{ Kg/m}^2) (70 \text{ m}) (0,0051\text{m}) (10,10\text{m}) (\cos 2,5^\circ)$$

$$M_{vc} = 313,51 + 85,12$$

$$M_{vc} = 398,63 \text{ Kg-m}$$

Tracción del conductor fallado (conductor central).

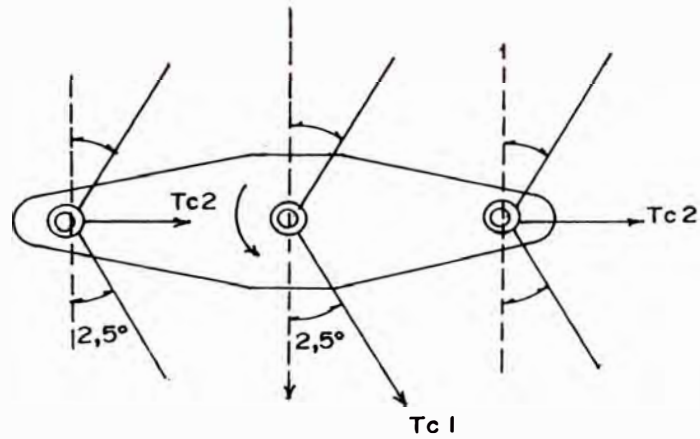
$$T_{c1} = 12,94 \times 16 = 207,04 \text{ Kg.}$$

Tracción de los conductores sanos (eje de la bisectriz).

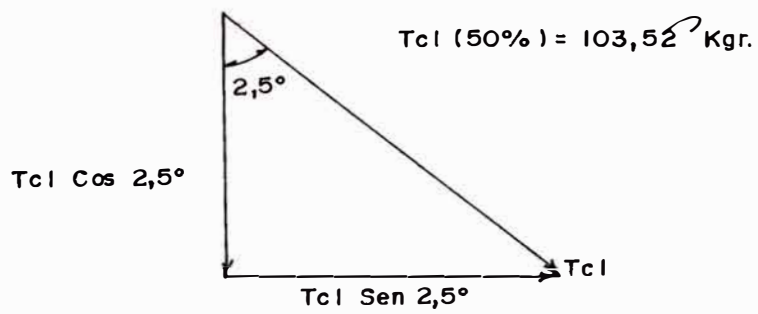


$$Tc2 = 4(207,04) \text{ sen } 2,5^\circ$$

$$Tc2 = 36,12 \text{ Kg.}$$



**GRÁFICO 4.4.5.1**



**GRÁFICO 4.4.5.2**

Fuerza de tracción total (FTc)

$$FTc = TC2 + TC1 \text{ sen } 2,5^\circ$$

$$FTc = 36,12 + 103,52 \text{ sen } 2,5^\circ = 36,12 + 4,52$$

$$FTc = 40,63 \text{ Kg.}$$

Tracción resultante será:

Del gráfico 4.4.5.2 tenemos:

$$Tc^2 = (103,52 \text{ cos } 2,5^\circ)^2 + (40,63)^2$$

$$Tc^2 = 10\,696,00 + 1\,650,80$$

$$Tc = 111,11 \text{ Kg}$$

Momento de tracción total (MTc)

$$MTc = 111,11 \times 9,30$$

$$MTc = 1\,033,38 \text{ Kg}$$

Momento total (MT)

$$MT = Mv_c + MTc + Mv_p$$

$$MT = 398,63 + 1\,033,38 + 210,23$$

$$MT = 1\,642,34 \text{ Kg-m}$$

$$F_p = \frac{MT}{h} = \frac{1\,642,34}{10,10}$$

$$F_p = 162,61 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto en suspensión se utilizará postes de 200 Kg. de esfuerzo en la punta.

#### 4.4.6 Rotura del Conductor en la Cruceta

El desvalance que produce el conductor roto, frente al conductor sano en la misma cruceta.

Considerando el 50% del tiro de rotura.

Tomando momentos.

##### MOMENTO TORSOR (Mt)

$$Mt = 103,52 \times 0,60 = 62,11 \text{ Kg} - \text{m}$$

##### MOMENTO FLECTOR (Mf)

$$Mf = 103,52 \times 9,30 = 962,74 \text{ Kg} - \text{m}$$

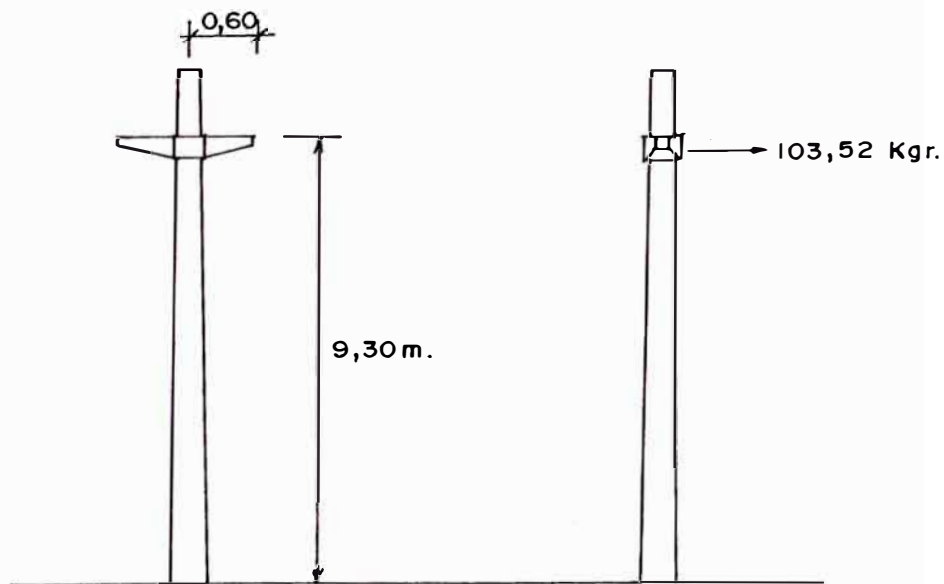


GRAFICO N° 4.4.6.1

El momento equivalente lo calculamos con la fórmula siguiente.

$$M_{eq} = \frac{M_f}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{M_t^2 + M_f^2}$$

$$M_{eq} = \frac{962,74}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(962,74)^2 + (62,11)^2}$$

$$M_{eq} = \frac{962,74}{2} + \frac{964,74}{2}$$

$$M_{eq} = 963,74 \text{ Kgr} - \text{m}$$

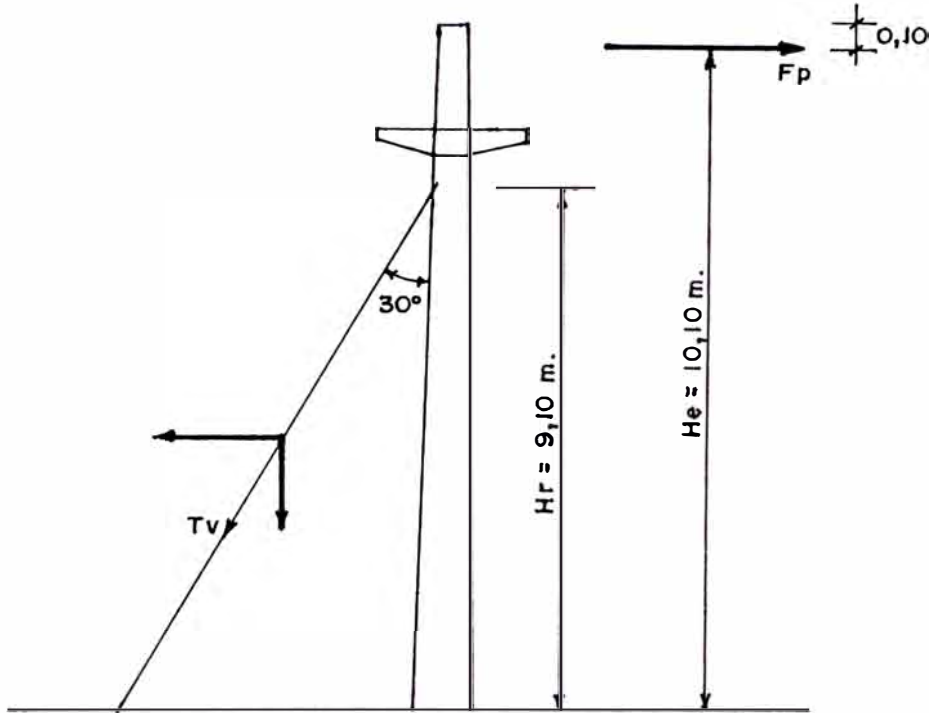
$$F_{eq} = \frac{M_{eq}}{h} = \frac{963,74}{10,10} = 95,42 \text{ Kgr}$$

Por lo tanto en suspensión se utilizarán postes de 200 Kg. de esfuerzo en la punta.

#### **4.4.7 Comprobación de la Resistencia Mecánica en Soporte de Cambio de Dirección**

Consideramos la retenida, pues éstas se utilizan cuando las cargas que se aplican a los postes sean mayores a las que estos pueden resistir.

**SOPORTE DE CAMBIO DE DIRECCION**



**GRAFICO N° 4.4.6.2**

**CARACTERISTICAS DEL CABLE DE ACERO**

- Número de hilos : 7
- Diámetro : 3/8"  $\phi$
- Carga de rotura : 3 159 Kg
- Coeficiente de seguridad : 2

Del gráfico 4.4.6.2 podemos aplicar las condiciones de equilibrio y aseguramos la suma de momentos ( $\Sigma M = 0$ ); aplicada a la base de empotramiento entonces tenemos:

$$T_v \text{ sen } \phi \times H_r = F_p \times H_e$$

Donde:

$T_v$  = Tiro de trabajo de la retenida.

$H_r$  = Altura de la retenida.

$H_e$  = Altura libre del poste hasta la aplicación de la fuerza ( $F_p$ ).

$F_p$  = Fuerza en la punta.

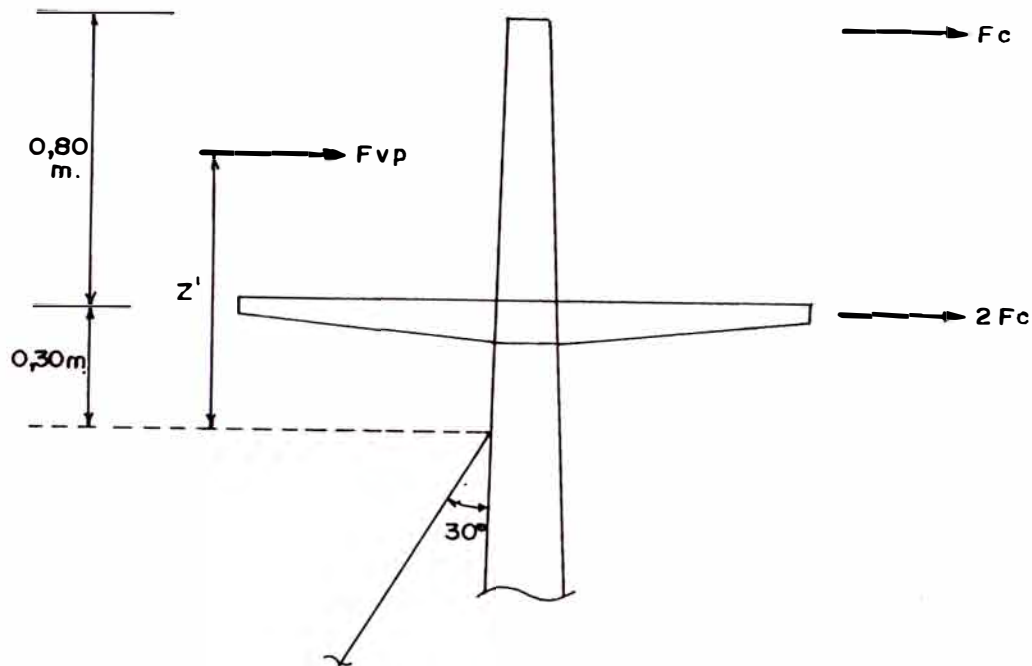
$\phi$  = Ángulo que forma la retenida con el poste.

Considerando el ángulo  $\phi = 30^\circ$ , ángulo que forma la retenida con el poste, considerando la fuerza en la punta de 371,67 Kg. indicado en el cuadro N° 4.4.4.1 para un ángulo de desviación de  $30^\circ$  calculado.

$$T_v = \frac{F_p \times H_e}{\text{sen } \phi \times H_r} = \frac{371,67 \times 10,10}{\text{sen } 30^\circ \times 9,10}$$

$$T_v = 825,0 \text{ Kg}$$

Cálculo de la fuerza equivalente en la punta.



**GRAFICO N° 4.4.7**

Suponemos empotramiento a la altura del amarre de la retenida.

$F'_{vp}$  = Fuerza del viento sobre la fracción libre del poste.

$Z'$  = Altura de aplicación de la  $F'_{vp}$ .

$F_c$  = Tiro del conductor incluido la fuerza del viento sobre el conductor.

$2F_c$  = Tiro del conductor incluido fuerza del viento sobre el conductor.

Calculamos los valores de los parámetros correspondientes teniendo en cuenta las fórmulas en los ítems 4.4.3 y 4.4.7 tenemos:

$$F'_{vp} = \frac{(D'e + Dv)}{2} h' \times Pv$$

$$F'_{vp} = (23,63 \text{ Kg/m}^2) (1,1\text{m}) \frac{(136,5 + 120)\text{m}}{2 \times 1000}$$

$$F'_{vp} = 3,33 \text{ Kg.}$$

$$Z' = \frac{h'}{3} \frac{(D'e + 2Dv)}{D'e + Dv}$$

$$Z' = \frac{1,1\text{m} (136,5 + 2 \times 120)}{3 (136,5 + 120)}$$

$$Z' = 0,538 \text{ m.}$$

Cálculo de (Fc)

$$F_c = T_c + F_{vc}$$

$$F_c = 2T_o \sin \frac{\alpha}{2} + Pv \times \frac{\phi_c}{1000} \times L \times \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$F_c = 2 \times 207 \times \sin 15^\circ + 23,63 \times 0,0051 \times 140 \cos 15^\circ$$

$$F_c = 123,45 \text{ Kg.}$$

Momento equivalente (Meq)

$$M_{eq} = 123,45 (1,1 + 0,30 \times 2) + 3,33 \times 0,538$$

$$M_{eq} = 211,66 \text{ Kg}$$

Fuerza equivalente en la punta (F<sub>eq</sub>)

$$F_{eq} = \frac{M_{eq}}{1,1} = \frac{211,66}{1,1}$$

$$F_{eq} = 192,42 \text{ Kg.}$$

Rotura del conductor en la cruceta considerando el 50% del tiro de rotura máximo.



Cálculo del momento torsor ( $M_t$ )

$$M_t = 103,5 \times \cos \frac{\alpha}{2} \times 0,60 = 59,98 \text{ Kg-m}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Cálculo del momento flector ( $M_f$ )

$$M_f = 103,5 \times \cos \frac{\sigma}{2} \times 1,10 = 109,97 \text{ Kg - m}$$

$$M_{eq} = \frac{M_f}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(109,97)^2 + (59,98)^2}$$

$$M_{eq} = 117,62 \text{ Kg - m}$$

$$F_{eq} = \frac{M_{eq}}{1,1} = \frac{117,62}{1,1}$$

$$F_{eq} = 106,92 \text{ kg}$$

#### 4.4.8 Soporte Rompe Tramos

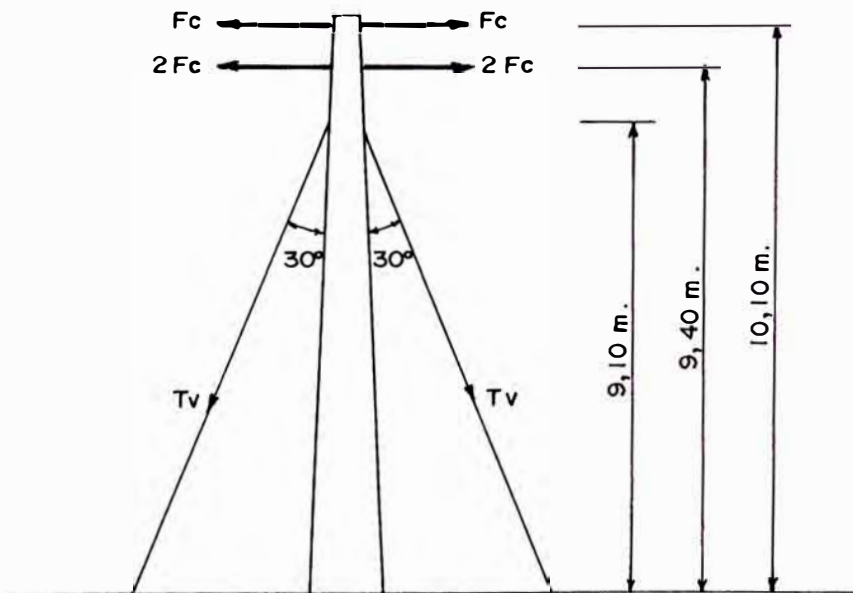


GRAFICO N° 4.4.8.1

Para ésta disposición se asume la peor condición, cuando exista la rotura de los 3 conductores.

Formando la ecuación de equilibrio del gráfico 4.4.8.1 tenemos:

$$T_v \text{ sen } 30^\circ \times 9,10 = F_p \times 10,10$$

Considerando la fuerza en la punta (Fp) para un ángulo de 60°, calculado en el ítem 4.4.4 y mostrado en el cuadro 4.4.4.1.

$$T_v = \frac{F_p \times 10,10}{\text{sen } 30^\circ \times 9,10} = \frac{650,67 \times 10,10}{0,5 \times 9,10}$$

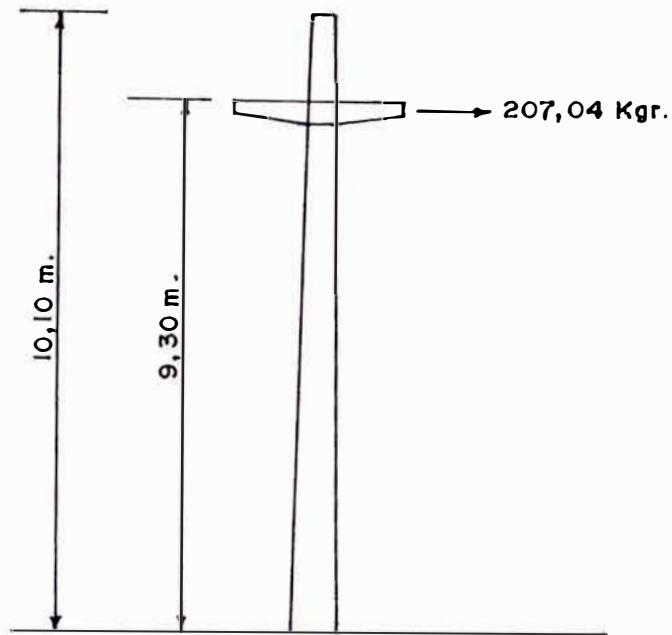
$$T_v = 1\ 444,34$$

Su coeficiente de seguridad para el cable cuya carga de rotura es 3,159 Kg.

$$c.s = \frac{3\ 159}{1\ 444,34} = 2,19 > 2$$

El cable de retenida considerado cumple la condición dada.

Considerando el 100% del tiro de rotura de un conductor considerando el gráfico N° 4.4.8.2.



**GRAFICO N° 4.4.8.2**

$$M_t = 207,04 \times 0,6 = 124,22 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_f = 207,04 \times 9,30 = 1925,47 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{eq} = \frac{M_f}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{M_f^2 + M_t^2}$$

$$M_{eq} = \frac{1925,47}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(1925)^2 + (124,22)^2}$$

$$M_{eq} = 1927,47$$

Fuerza equivalente (F<sub>eq</sub>)

$$F_{eq} = \frac{M_{eq}}{10,1}$$

$$F_{eq} = 190,84 \text{ Kg.}$$

#### **4.5 Cimentación de Estructuras**

Para el cálculo de los bloques de concreto usados en cimentación se utilizará el método de VALENSI.

En cimentación se tiene que la estabilidad del poste esta dada por la fórmula.

$$M_p = \frac{P}{2} \left( b - \frac{4P}{3b\sigma} \right)$$

Donde:

P = Peso del macizo + poste + cruceta + aisladores  
+ conductores + accesorios + operador y su equipo.

a, b = Dimensiones de la base en (m) por lo general a = b.

$\sigma$  = Presión máxima admisible en el fondo = (2 Kg/cm<sup>2</sup>)

F = Fuerza de rotura del poste a considerar.

h = Altura libre del poste (10, 20 m).

$\phi$  = 48°

P<sub>c</sub> = Peso específico del concreto = 2 200 Kg/m<sup>3</sup>

$\delta$  = Densidad del terreno 1 600 Kg/m<sup>3</sup>.

C = Coeficiente del terreno 2 000 Kg/m<sup>3</sup>.

La condición de equilibrio está expresada por la fórmula siguiente:

$$\text{Momento actuante (Ma)} \leq \text{Momento resistente (Mr)}$$

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

Consideremos poste de 200 Kg de esfuerzo en la punta (F).

El peso del poste + accesorios y operario seria:

Peso del poste (C.A.C.) = 750 Kg.

Peso de cruceta (C.A.V.) = 120 Kg.

Peso de aisladores = 40 Kg.

Peso de conductores (Cu) = 52 Kg.

Peso de accesorios = 50 Kg.

Peso operario c/equipo = 100 Kg.

	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
TOTAL		1 112 Kg.

El peso (P) = 1 112 + Peso Macizo ( Kg)

Peso del macizo = Volúmen x peso específico concreto.

Volúmen del macizo =  $b^2 \times t$  (se ha considerado  $b = a$ ).

Con los parámetros descritos se tiene el cuadro N° 4.5

Del cuadro indicado escogemos la alternativa que cumpla la condición de equilibrio y brinde facilidad para su implementación todas las alternativas cumplen, pero la N° 6 brinda mayor facilidad.

$t = 1,80$  m.

$a = b = 0,80$  m.

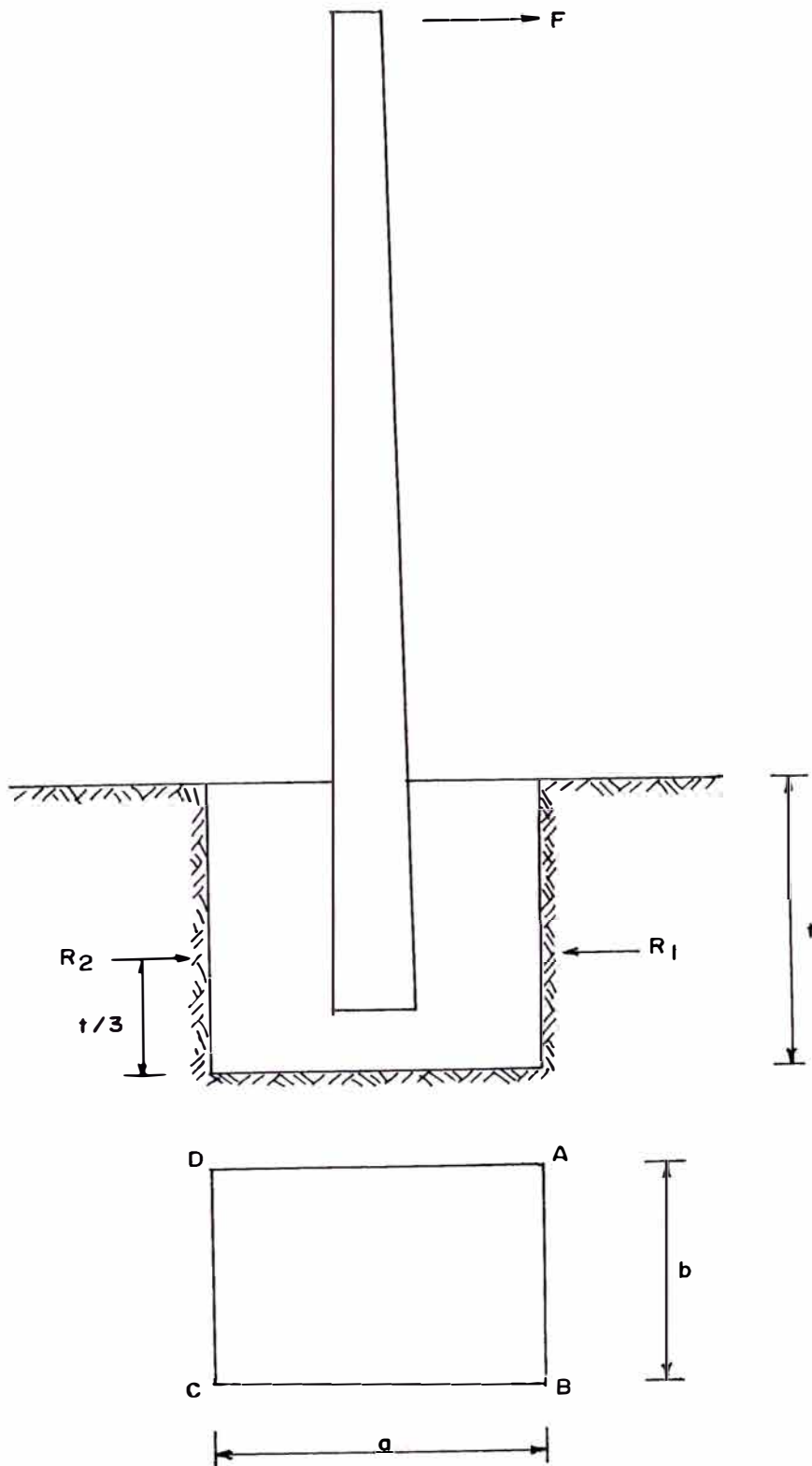


GRAFICO N° 4.5.

CUADRO N° 4.5.

ALTER NATIVA	t (m)	b (m)	F (h+t) Kg-m	Volúmen (m <sup>3</sup> )	Peso Macizo (Kg)	P Kg	$\frac{P}{2} \left( b - \frac{4p}{3b\sigma} \right) + Cbt^3$
1	1,50	0,8	2 340	0,960	2 112,0	3 224,0	6 256,51
2	1,60	0,8	2 360	1,024	2 252,8	3 364,8	7 427,76
3	1,70	0,6	2 380	0,612	1 346,4	2 458,4	6 297,36
4	1,80	0,6	2 400	0,648	1 425,6	2 537,6	7 401,93
5	1,80	0,7	2 400	0,882	1 940,4	3,052,4	8 715,36
6	1,80	0,8	2 400	1,152	2 534,4	3 646,4	10 235,75

#### 4.6 Dimensionamiento de la Puesta a Tierra

##### 4.6.1 Generalidades

En vista que la línea recorre zona rural poco frecuentada por transeuntes.

Para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra se ha partido del nivel básico de aislamiento y del valor probable que alcanzarían las descargas atmosféricas, como en la zona del proyecto no existen descargas atmosféricas, para efectos de cálculo se considera nulo.

El terreno que considera el proyecto es arcilla limo lo cual tiene una resistividad (Rho) es de 20 80 ohmios/metro.

Considerando un electrodo copperweld de 5/8"φ x 2,40m. longitud enterrado a una profundidad igual a 0,30m se tiene:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \left[ \frac{4L}{1,36d} + \frac{2H+L}{4H+L} \right]$$

Siendo:

$$d = 0,0159 \text{ m.}$$

$$H = 0,30 \text{ m.}$$

$$L = 2,40 \text{ m.}$$

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \left[ \frac{4 \times 2,40}{1,36 \times 0,0159} + \frac{2 \times 0,30 + 2,40}{4 \times 0,30 + 2,40} \right]$$

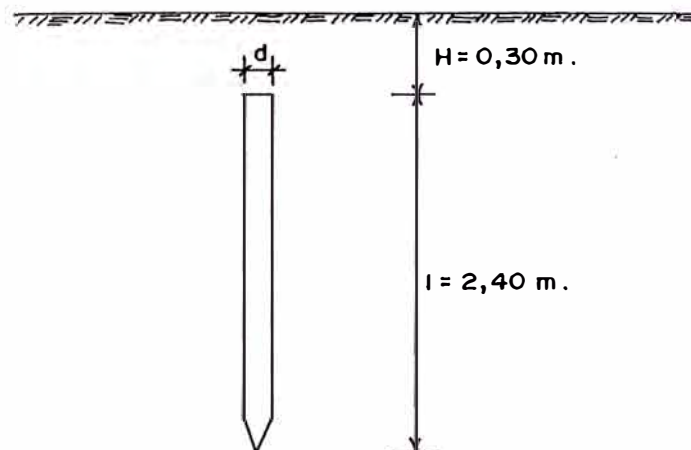
$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \times 5,519$$

$$R = 0,3921 \rho$$

Si  $\rho = 20$ ;  $R = 7,84 \text{ ohm.}$

Si  $\rho = 80$ ;  $R = 31,37 \text{ ohm.}$

Vemos que los resultados satisfacen nuestro requerimiento, en vista que la zona donde va tendida la línea son terrenos de cultivo en un 100% cuya resistividad  $\rho$  esta en los 20 ohmios.



**GRAFICO N° 4.6**



### **CONCLUSIONES**

El estudio de la línea primaria en 10 kV, los estudios y la obra fueron financiados con fondos del Decreto Legislativo N° 163 vigente en la época.

Los C.P. Caleta Vidal - El Porvenir, Electro Perú S.A. cumplieron sus esfuerzos de haber electrificado la zona del proyecto.

El nivel socio-económico y cultural de los pobladores tiende a crecer, los predios adquieren nuevo valor en sus cotizaciones.

La energía eléctrica es el progreso de la humanidad, en los C.P. surgirán pequeños talleres y comercios, los colegios y escuelas modernizaran su infraestructura educativa.

Electro Perú S.A. ha cumplido con expandir la frontera eléctrica en la zona rural del distrito de Supe-Pueblo

### **RECOMENDACIONES**

En zonas altamente corrosivas, se recomienda utilizar conductor de cobre forrado, con ello se prolonga la vida útil del conductor.

En las estructuras de aliniamiento en líneas lo más recomendable es utilizar aisladores tipo suspensión. Ver lamina N° LT-08, los esfuerzos mecánicos del conductor son menores al estar suspendida la línea.

En los aisladores tipo pin, en la zona de sujección del conductor, el esfuerzo es mayor produciendo fatiga del conductor, el cual se vuelve quebradizo.

El amarre del conductor en los aisladores Pin no es seguro, pues va adosado al cuello y entorchado manualmente.

Los aisladores tipo suspensión son mas accesibles al cambio de tensiones de línea, basta agregar a la cadena la unidad necesaria

Los costos de instalación en aisladores tipo suspensión es mayor al inicio, se compensa con la durabilidad del conductor y su mantenimiento es más económico.

## ANEXOS

### ANEXO A

#### METRADO-PRESUPUESTO BASE. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.

#### CALCULO DE LA FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE. CRONOGRAMA DE

#### AVANCE DE OBRA

### ANEXO A1

Metrado-Presupuesto base de la Línea de primaria en 10 kV para alimentar a los Centros Poblados Caleta Vidal - El Porvenir

PROV. BARRANCA    DISTR. SUPE-PUEBLO    DPTO. LIMA    FECHA FEB. 98

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		COSTOS S/.	
		UNID	CANT	UNIT	TOTAL
I	<u>SUMINISTRO DE MATERIALES</u>				
1.0	<u>Postes y Crucetas</u>				
1.1.	Poste c.a.c. 12/200	Un	25	615,40	15 385,00
1.2.	Poste c.a.c. 12/300	Un	03	684,35	2 053,05
1.3.	Poste c.a.c. 13/300	Un	01	866,30	866,30
1.4.	Cruceta c.a.v simétrica de 1,20 m    215 mm $\phi$	Un	28	75,60	2 116,30
1.5	Cruceta c.a.v simétrica de 1,50 m    245 mm $\phi$	Un	01	105,30	105,30
					<u>20 526,70</u>

2.0	<b><u>Conductores</u></b>				
2.1.	Conductor de cobre cableado 7 hilos desnudo temple duro de 16 mm <sup>2</sup> sección	m	12000	3,54	42 480,00
2.2.	Conductor de cobre desnudo temple blando sólido de 6 mm <sup>2</sup> sección para amarre.	m	100	1,23	<u>123,00</u>
					42 603,00
3.0	<b><u>Aisladores y Accesorios</u></b>				
3.1.	Aislador de porcelana vetrificada color marrón tipo Pin clase 56-2	Un	80	44,95	3 596,00
3.2.	Soporte Pin (espiga) de acero forjado galvanizado al caliente de $\frac{3}{4}$ " $\phi$ x 12" long.con cabeza emplomada 1 $\frac{3}{8}$ " $\phi$ x 2" long.	Un	53	14,38	762,14
3.3.	Similar al item 3.2. pero de 14" longitud para punta de poste	Un	27	14,38	388,26
3.4.	Aislador de porcelana vetrificada color marrón tipo ANTI-FOG clase 52-5	Un	21	71,50	1 501,50
3.5.	Grapa de anclaje tipo puño de acero galvanizado al caliente con dos abrazaderas en "U" con tuercas $\frac{1}{2}$ " $\phi$ para conductor 16 mm <sup>2</sup> .	Un	21	28,76	603,96
3.6.	Adaptador horquilla bola paralela de acero galvanizado al caliente.	Un	21	15,34	322,14
3.7.	Rótula hojal largo (casquillo ojo) de acero galvanizado al caliente.	Un	21	15,34	322,14
3.8.	Ojal roscado acero galvanizado al caliente de $\frac{5}{8}$ " $\phi$	Un	21	15,34	322,14
3.9.	Varilla roscada de acero al carbono galvanizado al caliente de $\frac{5}{8}$ " $\phi$ x 12" long. Con cuatro tuercas cuadradas.	Un	21	5,36	112,56
3.10	Arandela cuadrada curvada de acero galvanizado al caliente de 2" x 2" x $\frac{3}{16}$ " con agujero central de $\frac{11}{16}$ "	Un	42	1,45	<u>60,90</u>
					7 991,74

4.0	<p><b><u>Retenidas o Vientos</u></b></p> <p>Las retenidas simples todos sus accesorios serán de acero galvanizado al caliente, constituidos por los siguientes elementos:</p> <p>-Quince (15) metros de cable de acero 3/8"φ, 7 hilos</p> <p>-Una (1) varilla de anclaje de 3/4"φ x 2,40 m</p> <p>-Una (1) abrazadera de 2" x 1/4" espesor con tres pernos de 1/2"φ x 3" con diámetro regulable 120-160 mm.</p> <p>-Dos (2) guardacabos de 1/16" con canal para cable de 3/8"φ.</p> <p>-Seis (6) Grapas de vías paralelas con tres pernos de 1/2"φ.</p> <p>-Una (1) arandela cuadrada de 4"x4"x 1/4"</p> <p>-Uno (1) aislador de tracción tipo nueve clase ANSI 54-2</p> <p>-Una (1) zapata de anclaje de a.c.v 0,50 x 0,50 x 0,20 m</p> <p>-Un templador de 5/8"φ x 10" longitud con oreja y gancho</p> <p>-Una (1) canaleta 1/16" espesor x 2,24 m con dos pernos de 1/2"φ x 1"</p>	cjto	06	315,90	<u>1 895,40</u> 1 895,40
-----	---	------	----	--------	-----------------------------

5.0.	<b><u>Sistema de Puesta Tierra</u></b>				
5.1.	Puesta a tierra para estructuras de c.a.c. según detalles en planos, esta constituido por los siguientes elementos: -16 metros de conductor de cobre desnudo cableado 7 hilos temple blando 16 mm <sup>2</sup> . -01 electrodo de cobre 5/8"φ x 2,40 m. -01 grapa de cobre y/o bronce para electrodo cobre 5/8"φ. -03 planchitas de cobre tipo "J" para conexión de los herrajes y ferretería de las estructuras. -01 conector de cobre tipo perno partido para conductor de 16 mm <sup>2</sup> . -1,5 m de tubería PVC-SAP 1"φ.				
		cjto	29	139,86	<u>4 055,94</u> 4 055,94
6.0.	<b><u>Material Eléctrico Accesorio</u></b>				
6.1.	Conectores de cobre tipo perno partido para conductor de 16 mm <sup>2</sup> .	Un	24	2,85	<u>68,40</u> 68,40
7.0	<b><u>Sistema de Protección</u></b>				
7.1.	Seccionador fusible unipolar tipo cut-out montaje exterior de 15 kV 200A BIL 95 kV.	Un	03	289,88	869,64
7.2.	Fusible de expulsión para cut-out tipo k lento de 40 <sup>a</sup> .	Un	03	3,15	<u>8,79</u> 879,09
	<b>TOTAL SUMINISTRO MATERIALES</b>				<u>78 020,27</u>

II	<b><u>MONTAJE ELECTROMECAÁNICO</u></b>				
1.0.	<b><u>Estructuras</u></b>				
1.1.	Armado y fijación de componentes según detalles y especificaciones técnicas, apertura de huecos, izaje de estructuras, cimentación de Armado A-1	cjto	25	149,27	3 731,75
1.2.	Similar al ítem 1.1. pero para Armado A-17	cjto	02	149,27	298,54
1.3.	Similar al ítem 1.1. pero para Armado A-25	cjto	01	149,27	149,27
1.4.	Similar al ítem 1.1. pero para armado A-20	cjto	01	149,27	149,27
					4 328,83
2.0	<b><u>Conductores</u></b>				
2.1.	Tendido y puesta en flecha de conductor de cobre cableado desnudo de hilos 16 mm <sup>2</sup> .	m	12000	0,95	11 400,00
					11 400,00
3.0	<b><u>Retenidas</u></b>				
3.1.	Instalación de retenidas simple de acuerdo a detalles y especificaciones técnicas, excavaciones de huecos y templado.	cjto	06	136,57	819,00
					819,00
4.0	<b><u>Sistema Puesta a Tierra</u></b>				
4.1.	Montaje de sistema de puesta a tierra según detalles y especificaciones técnicas en estructuras de c.a.c.	cjto	28	208,57	6 048,53
					6 048,53

5.0	<b><u>Equipos de Protección</u></b>				
5.1.	Instalación de seccionadores unipolares tipo cut-out de 15 kV	cjto	03	15,34	46,03
					46,03
	Total montaje Electromecánico				22 642 39
	<b><u>RESUMEN</u></b>				
	I. SUMINISTRO DE MATERIALES				78 020,27
	II. MONTAJE ELECTROMECHANICO				22 642,39
	III. TRANSPORTE				5 461,41
	IV. GASTOS GENERALES Y UTILIDADES				26 531 02
	V. I.G.V.				23 877,92
	GRAN TOTAL				156 533,01



**ANEXO A2****Análisis de Costos Unitarios**

Línea primaria en 10 kV para alimentar a los centros poblados Caleta Vidal - El Porvenir

<b>Armado A-1</b>	<b>RENDIMIENTO:</b>		<b>AVANCE 14,000 UN/DIA</b>		
	<b>UNID</b>	<b>CANT</b>	<b>UNIT</b>	<b>PARC</b>	<b>TOTAL</b>
		<b>6,5714</b>			
Poste c.a.c. 12/200	Un	01	615,40	615,40	
Cruceta c.a.v. simétrica 1,20m	Un	01	75,60	75,60	
Aislador PIN clase 56-2	Un	03	44,95	134,85	
Soporte PIN ¾"φ x 14"	Un	01	14,38	14,38	
Soporte PIN ¾"φ x 12"	Un	02	14,38	28,76	
Excavación de zanja	M <sup>3</sup>	0,94	3,50	3,29	
Cemento Portland tipo C	BLZ	2,50	14,00	35,00	
Hormigón	M <sup>3</sup>	0,85	14,00	11,90	919,18
Capataz (0,5)	HH	0,2857	10,28	2,94	
Operario (1,0)	HH	0,5714	8,57	4,90	
Oficial (2,0)	HH	1,1429	7,70	8,80	
Peón (8,0)	HH	4,5714	6,87	31,41	48,05
Herramientas ‰	MO	5,000	48,05	2,40	
Grúa Hidráulica (1,0)	HM	0,5714	85,10	48,63	51,03
					1 018,26

Armado A-17	RENDIMIENTO:		AVANCE 14,000 UN/DIA		
	UNID	CANT	UNIT	PARC	TOTAL
Poste c.a.c. 12/300	Un	01	684,35	684,35	
Cruceta c.a.v. simétrica 1,20 m	Un	01	75,60	75,60	
Aislador PIN clase 56-2	Un	01	44,95	44,95	
Soporte PIN 3/4"φ x 14"	Un	01	14,38	14,38	
Cadena de aisladores tip FOG clase 52-5	Un	06	154,54	927,24	
Excavación de zanja	M <sup>3</sup>	0,94	3,50	3,29	
Cemento Portland tipo C	BLZ	2,50	14,00	35,00	
Hormigón	M <sup>3</sup>	0,85	14,00	11,90	1 796,71
Capataz (0,5)	HH	0,2857	10,28	2,94	
Operario (1,0)	HH	0,5714	8,57	4,90	
Oficial (2,0)	HH	1,1429	7,70	8,80	
Peón (8,0)	HH	4,5714	6,87	31,41	48,05
Herramientas %	MO	5,000	48,05	2,40	
Grúa Hidráulica (1,0)	HM	0,5714	85,10	48,63	51,03
					1 895,79

Armado A-20	RENDIMIENTO:		AVANCE 14,000 UN/DIA		
	UNID	CANT	UNIT	PARC	TOTAL
Poste c.a.c. 13/300	Un	01	866,30	866,30	
Cruceta simétrica 1,20 m	Un	01	75,60	75,60	
Cruceta asimétrica c.a.v. 1,50 m	Un	01	105,30	105,30	
Aisladores tipo PIN clase 56-2	Un	03	44,95	134,85	
Cadenas aisladores tipo FOG clase 52-5	Un	03	154,54	463,62	
Soporte PIN 3/4"φ x 12"	Un	03	14,38	43,14	
Excavación de zanja	M <sup>3</sup>	0,94	3,50	3,29	
Cemento Portland tipo C	BLZ	2,50	14,00	35,00	
Hormigón	M <sup>3</sup>	0,85	14,00	11,90	1 739,00
Capataz (0,5)	HH	0,2857	10,28	2,94	
Operario (1,0)	HH	0,5714	8,57	4,90	
Oficial (2,0)	HH	1,1429	7,70	8,80	
Peón (8,0)	HH	4,5714	6,87	31,41	48,05
Herramientas %	MO	5,000	48,05	2,40	
Grúa Hidráulica (1,00)	HM	0,5714	85,10	48,63	51,03
					1 838,08

Armado A-25	RENDIMIENTO:		AVANCE 14,000 UN/DIA		
	UNID	CANT	UNIT	PARC	TOTAL
Poste c.a.c. 12/300	Un	01	684,35	684,35	
Cadena aisladores tipo FOG clase 52-5	Un	06	154,54	927,24	
Excavación de zanja	M <sup>3</sup>	0,94	3,50	3,29	
Cemento Portland tipo C	BLZ	2,50	14,00	35,00	
Hormigón	M <sup>3</sup>	0,85	14,00	11,90	1 661,78
Capataz (0,5)	HH	0,2857	10,28	2,94	
Operario (1,0)	HH	0,5714	8,57	4,90	
Oficial (2,0)	HH	1,1429	7,70	8,80	
Peón (8,0)	HH	4,5714	6,87	31,41	48,05
Herramientas %	MO	5,000	48,05	2,40	
Grúa Hidráulica (1,0)	HM	0,5714	85,10	48,63	51,03
					1 760,86

RETENIDA SIMPLE	RENDIMIENTO: 16,400 HH/UN		AVANCE 2,00 UN/día		
	UNID	CANT	UNIT	PARC	TOTAL
Cable de acero 3/8"φ x 7 hilos	M	15	3,54	53,10	
Varilla anclaje 5/8"φ x 2,40 m	Un	01	33,56	33,56	
Abrazadera regulable 120-160 mmφ	Un	01	16,55	16,55	
Guarda cabo para cable 3/8"φ	Un	02	0,97	1,94	
Grapas de vías paralelas con tres pernos 1/2"φ x 1"	Un	06	12,06	72,36	
Arandela cuadrada 4" x 4" x 1/4"	Un	01	4,65	4,65	
Aislador tracción tipo Nuez clase 54-2	Un	01	11,50	11,50	
Zapata c.a.v. para anclaje	Un	01	44,25	44,25	
Templador con oreja y gancho 5/8"φ x 10"	Un	01	44,68	44,68	
Canaleta de protección de 1/16" x 2.24 m p.cable	Un	01	33,31	33,31	315,90
Capataz (0,1)	HH	0,400	10,28	4,11	
Operario (1,0)	HH	4,000	8,57	34,28	
Oficial (1,0)	HH	4,000	7,70	30,80	
Peón (2,0)	HH	8,000	6,87	54,96	124,15
Herramientas %	MO	10,00	124,15	12,42	12,42
					452,47

CONDUCTOR DE CU DE 16 MM <sup>2</sup>	RENDIMIENTO: 0,0816 HH/ML		AVANCE 1000,00 ML/día		
	UNID	CANT	UNIT	PARC	TOTAL
Conductor cobre desnudo temple duro 16 mm <sup>2</sup>	M	1,00	3,54	3,540	
Conductor sólido temple bando desnudo 6 mm <sup>2</sup>	M	0,0083	1,23	0,010	
Conector tipo perno partido de cobre para 16 mm <sup>2</sup>	Un	0,002	2,85	0,0057	3,55
Capataz (0,2)	HH	0,0016	10,28	0,02	
Operario (2,0)	HH	0,0160	8,57	0,14	
Oficial (2,0)	HH	0,0160	7,70	0,12	
Peón (6,0)	HH	0,0480	6,87	0,33	0,61
Camión grúa (0,50)	HM	0,0040	85,10	0,34	0,34
					4,50

SISTEMA PUESTA TIERRA	RENDIMIENTO:		AVANCE 1,25 UN/DIA		
	UNID	CANT	UNIT	PARC	TOTAL
Conductor cobre desnudo temple duro 16 mm <sup>2</sup>	M	16	3,54	56,64	
Electrodo doble 5/8"φ x 2,40 m	Un	01	53,57	53,57	
Grapa cobre para electrodo 5/8"φ	Un	01	6,20	6,20	
Conector de cobre tipo perno partido para conductor cobre 16 mm <sup>2</sup>	Un	01	2,85	2,85	
Plancha de cobre tipo "J" con agujero de 20 mm φ	Un	03	5,75	17,25	
Tubería plastica 1"φ x 1,5 m	M	1,50	2,23	3,35	139,86
Capataz (0,1)	HH	0,64	10,28	6,58	
Operario (1,0)	HH	6,40	8,57	54,85	
Oficial (1,0)	HH	6,40	7,70	49,28	
Peón (2,0)	HH	12,80	6,87	87,93	198,64
Herramientas %	MO	5,00	198,64	9,93,	9,93
					348,43

SECCIONADOR UNIPOLAR  TIPO [CUT-OUT]	RENDIMIENTO: 1,86 HH/Un		AVANCE 9,00 UN/DIA		
	UNID	CANT	UNIT	PARC	TOTAL
Seccionador tipo cut-out 15 kV -200 A	Un	01	289,88	289,88	
Fusible de expulsión para cut-out tipo k lento	Un	01	3,15	3,15	293,03
Capataz (0,1)	HH	0,088	10,28	0,90	
Operario (1,00)	HH	0,888	8,57	7,61	
Peón (1,00)	HH	0,888	6,87	6,10	14,61
Herramientas 8	MO	5,00	14,61	0,73	0,73
					308,37



**ANEXO A3**

**CALCULO DE LA FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE**

Proyecto : Línea Primaria en 10 kV para alimentar a los C.P. CALETA VIDAL - EL FORVENIR  
 PRESUPUESTO BASE : 132 655,09  
 FECHA : FEBRERO 98  
 LOCALIDAD : DISTRITO: SUPE PUEBLO PROVINCIA: BARRANCA DEPARTAMENTO: LIMA

Mano de obra Incluido L.S	Postes y Curcetas	Equipo de Transformación y Distribución	Conductor Cu. desnudo	Equipo de Protección	Materia Accesorio y Ferretería	Transporte	Gastos Generales y Utilidades
J	P	D	C	E	A	T	GU
47	62	48	06	06	02	32	39
22 642,39	20 526,70	---	42 603,00	879,09	14 011,48	5 461,41	26 531,02
T O T A L : S/.132 655,09							
0,170	0,155	---	0,321	0,007	0,106	0,041	0,200
			↑	↑	↑	↑	
			0,328		0,147		
<b>SUMATORIA DE COEFICIENTES</b>							
$1\ 000 = 0,170 + 0,155 + 0,328 + 0,147 + 0,200$							

### FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE

Proyecto : LÍNEA PRIMARIA EN 10 KV PARA ALIMENTAR A LOS C.P. CALETA VIDAL - EL PORVENIR  
 PRESUPUESTO BASE : 132 655,09  
 FECHA : FEBRERO 98  
 LOCALIDAD : DISTRITO: SUPE PUEBLO PROVINCIA: BARRANCA DEPARTAMENTO: LIMA

$$K = 0,170 \frac{J_r}{J_o} + 0,155 \frac{P_r}{P_o} + 0,328 \frac{C_r E_r}{C_o E_o} + 0,147 \frac{A_r T_r}{A_o T_o} + 0,200 \frac{G U_r}{G U_o}$$

En la fórmula, los sub-índices "o" de cada símbolo, representan el índice de precio (según CREPCO) a la fecha de elaboración de presupuesto (presupuesto base); y los sub-índices "r", el índice de precio al momento de reajuste o fecha de valoración

SÍMBOLO	ELEMENTO REPRESENTATIVO	INCIDENCIA %	INDICE UNIFICADOS
J	Mano de obra (incluido Leyes Sociales)	100,00	47
P	Poste y Crucetas (de C.A.C, Fo. MADERA IMPORTADA, MADERA NACIONAL)	100,00	62
D	Equipos de transformación y Distribución (TRANSFORMADORES)	100,00	48
C	Conductor de Cobre Desnudo	97,86	06
E	Equipo de Protección (Seccionadores CUT-OUTS, Seccionadores de potencia, Pararrayos, Medidores de energía)	2,13	06
A	Material Accesorio y Aisladores (Juego de Retenidas, espigas de Fe.galv., Aisladores tipo pin)	72,11	02
T	Transporte del material a la obra (flete)	27,89	32
GU	Gastos generales y utilidades	100,00	39

ANEXO A4

CRONOGRAMA DE AVANCE DE OBRA

LÍNEA PRIMARIA EN 10kV PARA ALIMENTAR A LOS C.P. CALETA VIDAL - EL PORVENIR

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO EN SEMANAS						
		1	2	3	4	5	6	7
01	Compra Materiales Transporte	■	■					
02	Trazo - Replanteo Obra	■						
03	Excavación Huecos para Estructuras		■					
04	Armado de estructuras y accesorios para puesta a tierra		■					
05	Izado de Estructuras			■				
06	Excavación de Huecos para retenidas		■					
07	Montaje de retenidas			■				
08	Tendido y Flechado - conductor			■	■			
09	Excavación de Huecos y Montaje Sistema de puesta tierra de estructuras				■	■		
10	Instalación de CUT - OUTS					■		
11	Pruebas y puesta en servicio de la línea						■	■

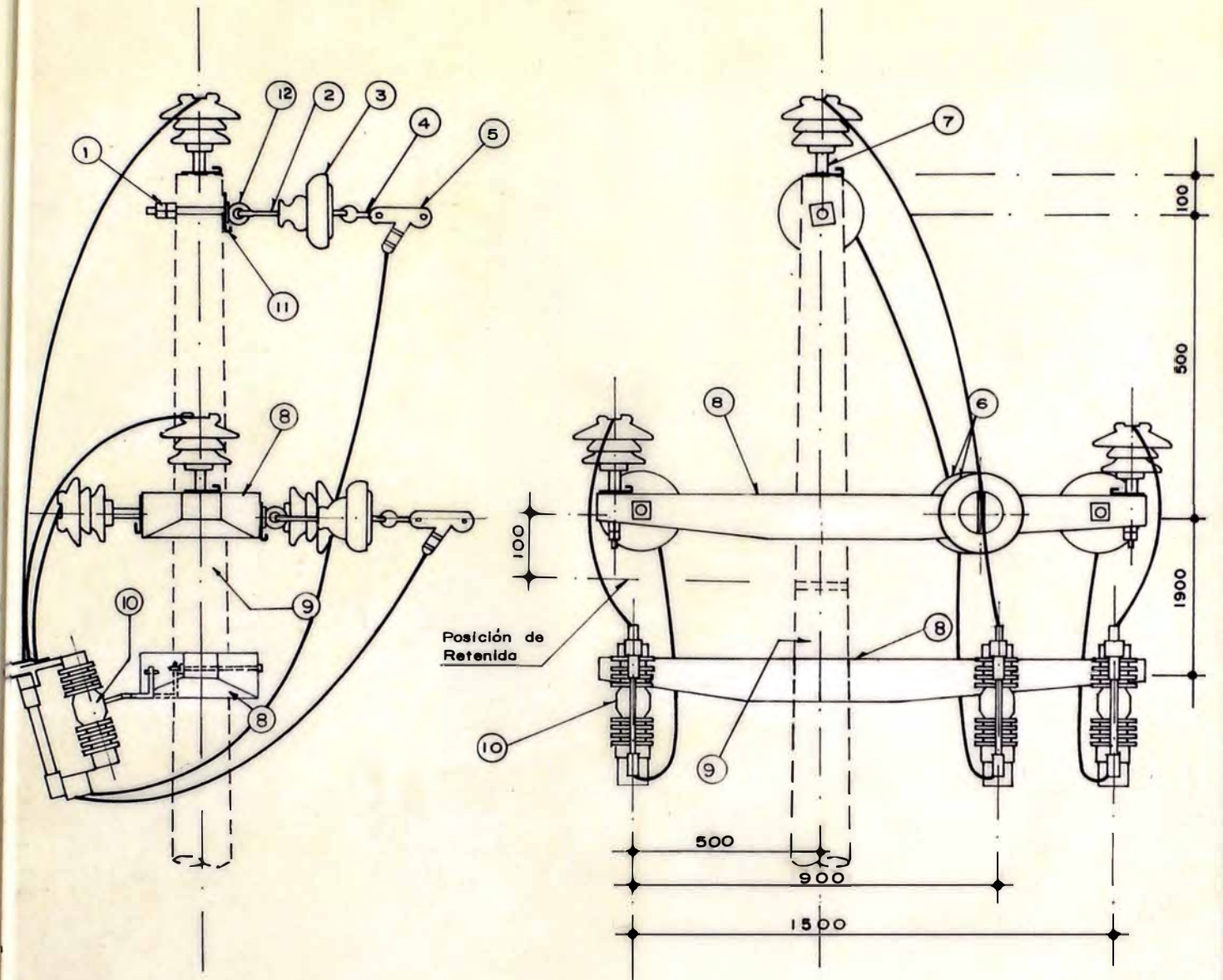
**ANEXO B**

**LAMINAS DE DETALLES - PLANO DE UBICACION - PLANOS DE LA LINEA EN 10KV**

**ANEXO B1**

**Relación de Láminas de Detalles y Planos**

- Estructura de seccionamiento en ángulo  
Lámina N° LT-01
- Estructura de alineamiento  
Lámina N° LT-02
- Estructura rompe tramo  
Lámina N° LT-03
- Estructura de ángulo (60°-90°)  
Lámina N° LT-04
- Detalle de retenida simple  
Lámina N° LT-05
- Detalle Puesta tierra para estructuras  
Lámina N° LT-06
- Detalle de cruceta simétrica y cadena de aisladores en anclaje  
Lámina N° LT-07
- Alternativa Estructura de aliniamiento  
Lámina N° LT-08

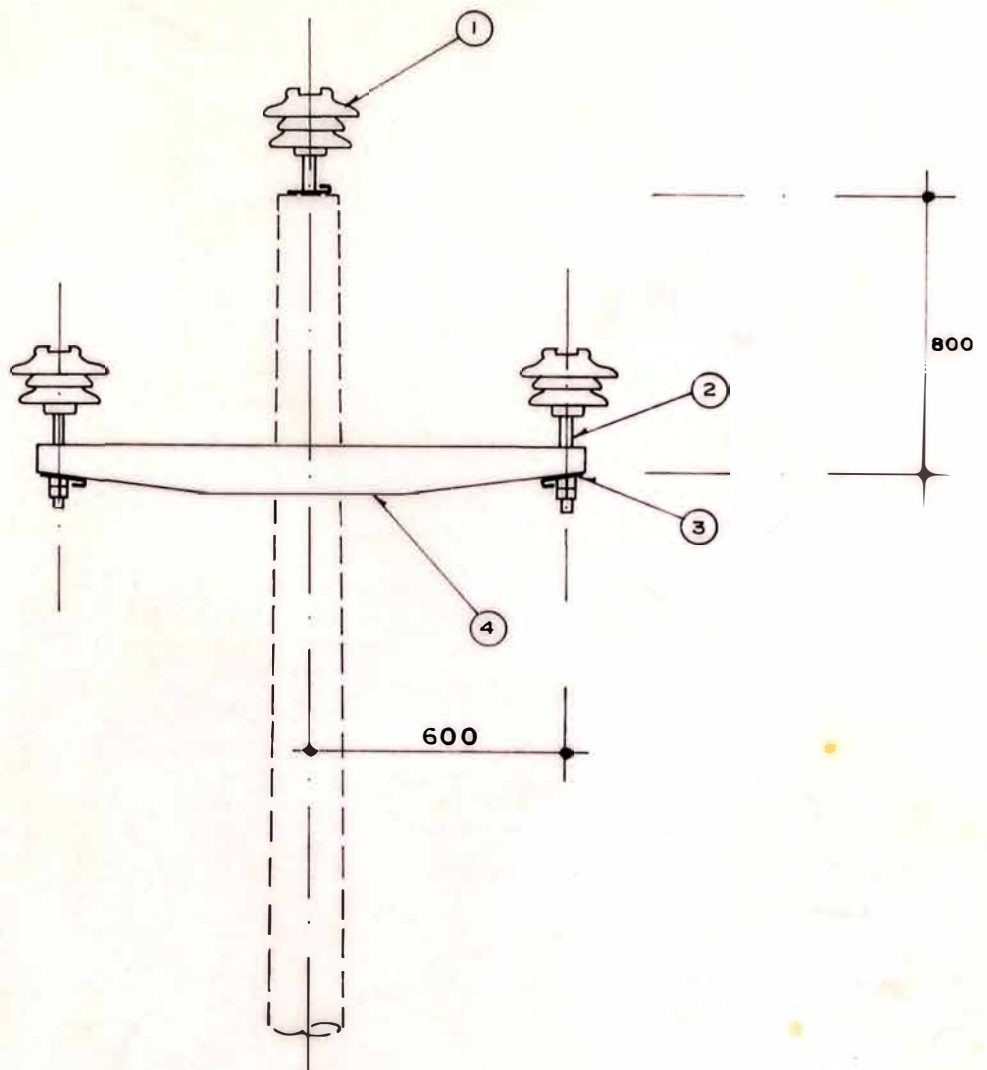


			12	3	Ojal roscado AC.6° 5/8" Ø
			11	6	Planchita de Cobre. TIPO " J "
5	3	Grapa anclaje tipo pistola AC.6°	10	3	Seccionador fusible tipo CUT-OUT, 15 Kv.
4	3	Rótula ojal corta AC.6°	9	1	POSTE C.A.C. 13/300
3	3	Aislador suspension CLASE 52-5 TIPO F06	8	2	Cruceta asimetrica C.A. 1.50m. x 200mm. Ø
2	3	Adaptador horquilla - bola AC.6°	7	5	SOPORTE PIN Ø 3/4" x 14" AC.6°
1	3	Varilla roscada AC.6° Ø 5/8" x 12", con doble armado	6	5	Aislador PIN CLASE 56-2
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	ITEM	CANT.	DESCRIPCION

PROYECTO :  
 LINEA PRIMARIA EN 10KV  
 TITULO :  
 ESTRUCTURA DE SECCIONAMIENTO EN ANGULO

PROYECTADO POR : S.F.B.  
 TIPO ARMADO :  
 A - 20

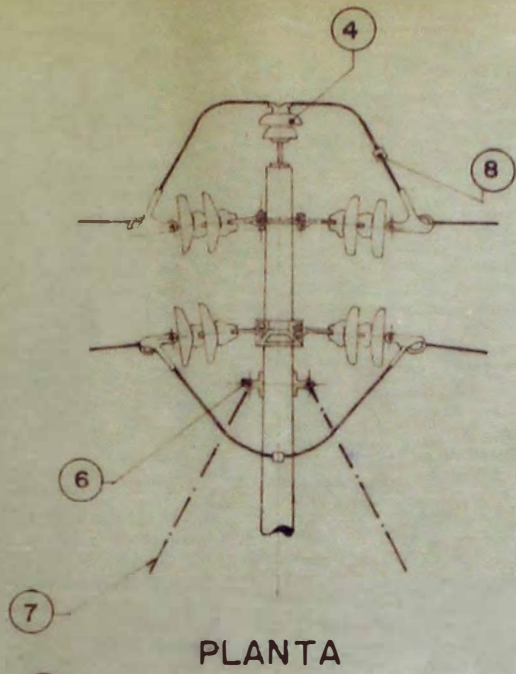
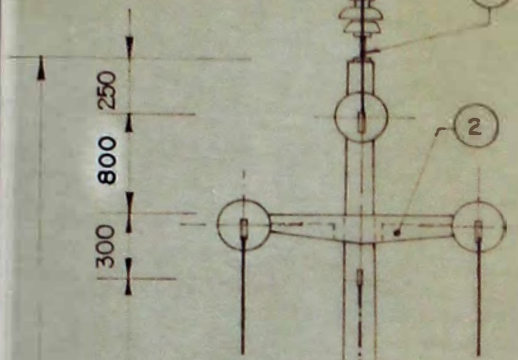
ESCALA : INDICADA  
 FECHA : FEB. '98  
 LAMINA :  
 LT - 01



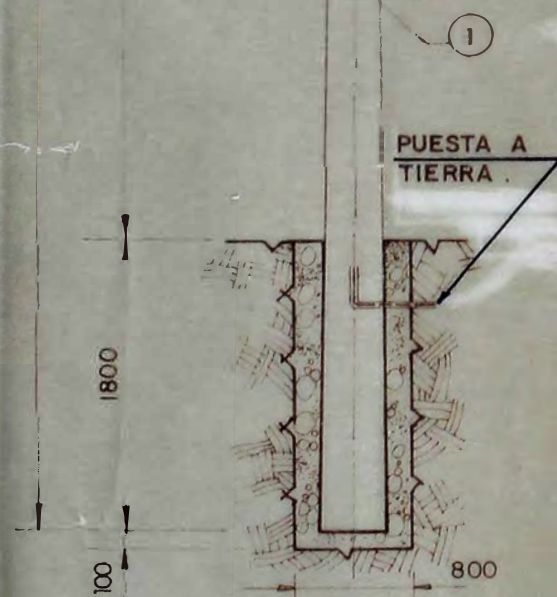
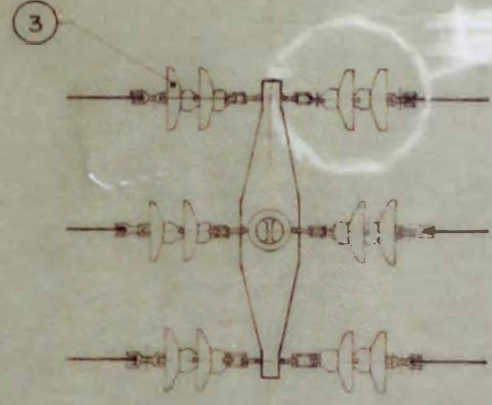
3	Montaje alternativo ver lámina LT-08		5	1	POSTE C.O.C 12 m.
2	3	SOPORTE PIN ACERO 90° Ø 3/4" x 14"	4	1	Cruceta de Concreto 1.20 M
1	3	Aislador TIPO PIN - CLASE 56-2	3	3	Plancha de Cobre TIPO J.
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	ITEM	CANT.	DESCRIPCION
PROYECTO :			PROYECTADO POR :		ESCALA
LINEA PRIMARIA EN 10 KV			S. F. B.		INDICADA
TÍTULO :			TIPO ARMADO :		FECHA :
ESTRUCTURA DE ALINIAMIENTO			A - 1		FEB. '98
					LAMINA :
					LT - 02

12000

8850



PLANTA



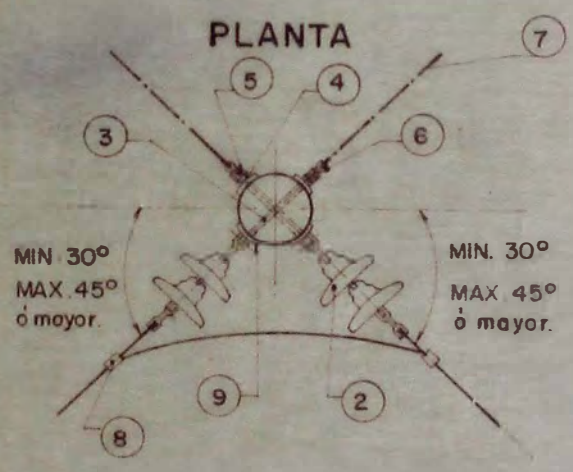
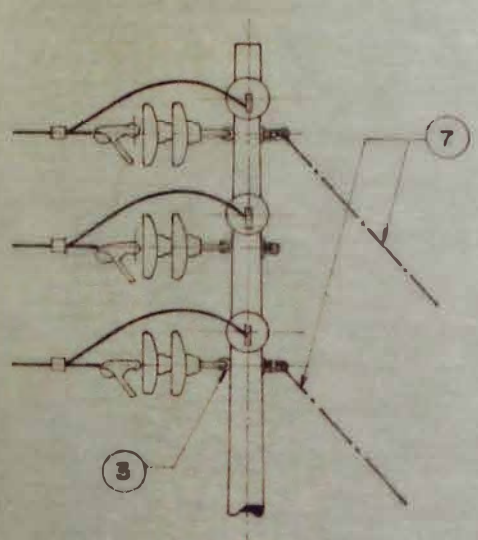
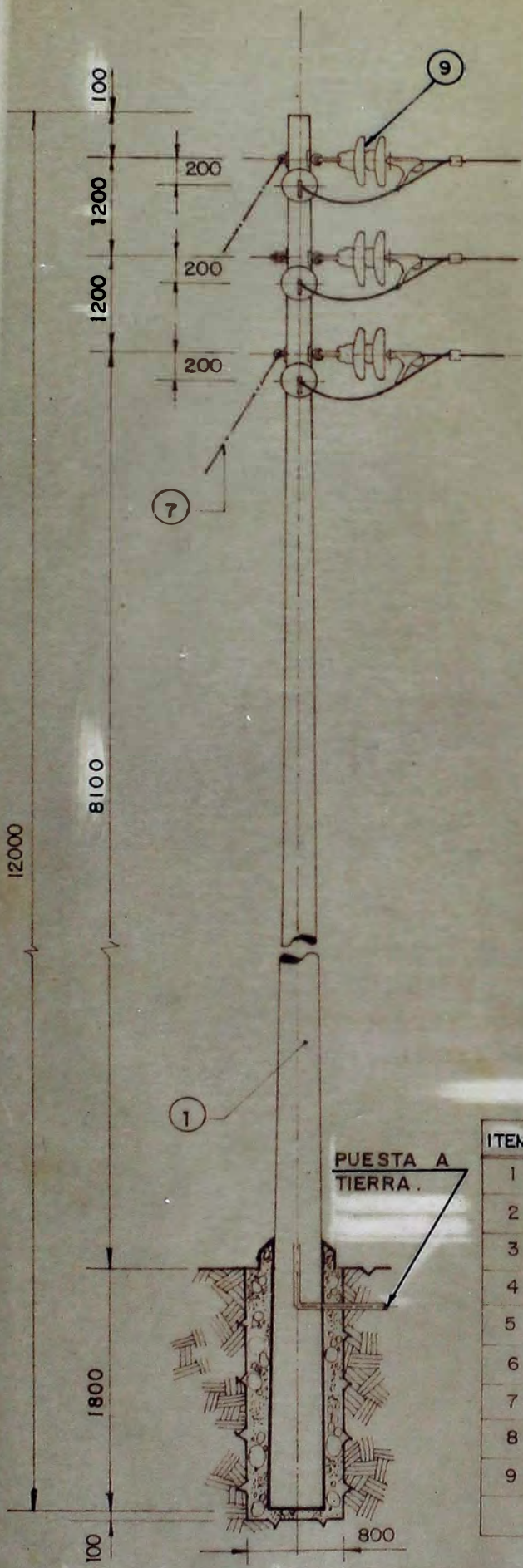
PUESTA A TIERRA

1800

800

POS.	NOMBRE	MAT.	CAN.
1	POSTE, de concr. arm. centrif 12/300/140/320	C.A.C	1
2	CRUCETA, de concr. armado de 1,20 m.	C.A.	1
3	AISLADOR, tipo suspens. (cadena de aisladores)	Porcel.	6
4	AISLADOR, tipo "PIN", clase 56-2 ANSI	Porcel.	1
5	ESPIGA, de acero galv 3/4"Ø x 14" de long.	Ac.galv	1
6	VARILLA ROSCADA 5/8"Ø x 12"	AC.galv.	2
7	RETENIDA	AC.galv.	2
8	GRAPA, doble vía, para conduct de cobre	Cu	3

PROYECTO : LINEA PRIMARIA EN 10KV r	PROYECTADO POR : S. F. B.	ESCALA : S / E
	TIPO ARMADO : A - 17	FECHA : FEB. '98
TITULO : ESTRUCTURA ROMPE TRAMO		LAMINA : LT - 03



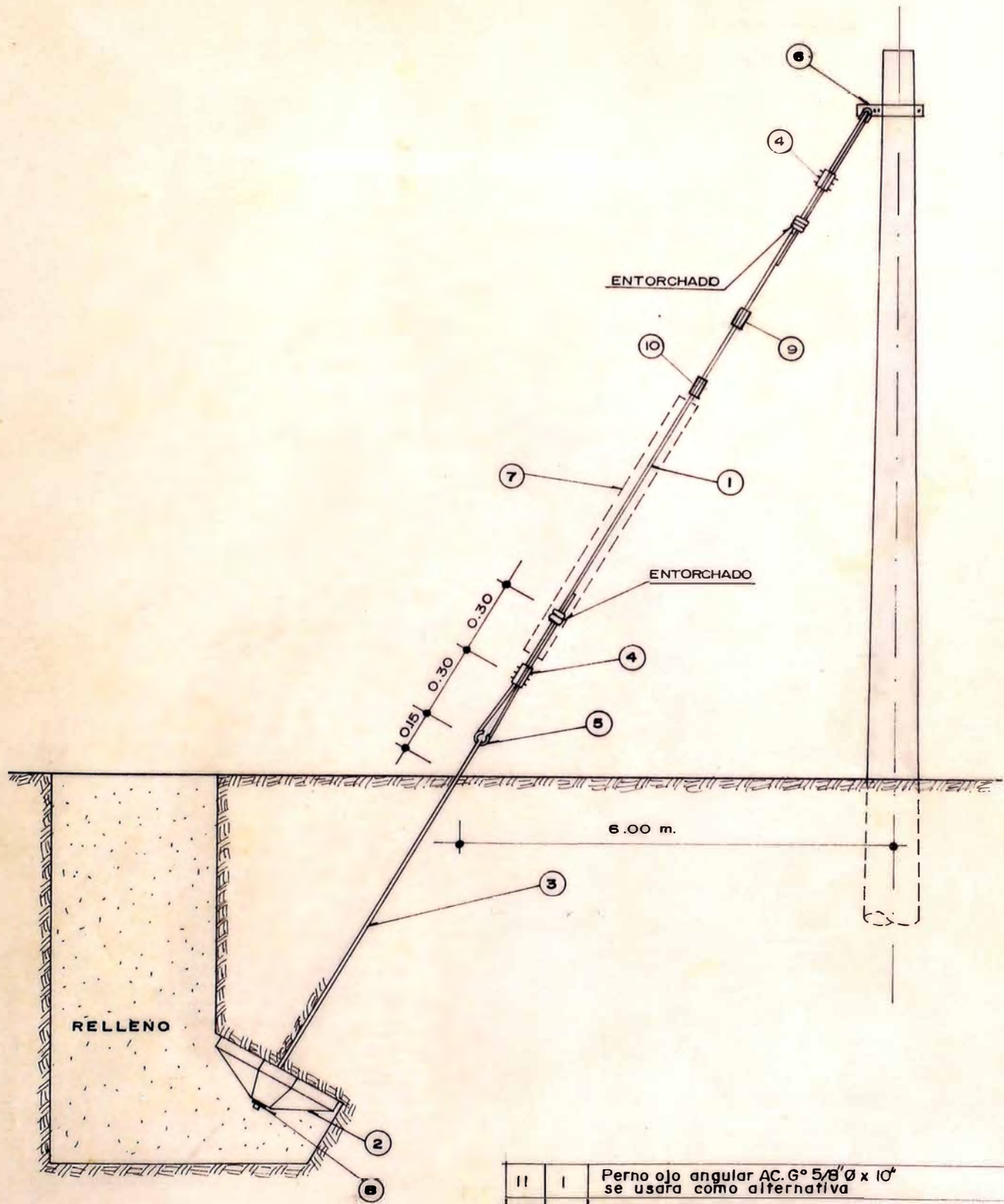
ITEM	DESCRIPCION	MAT.	CAN.
1	POSTE, de concreto arm. centrif. 12 / 300 / 140 / 320	C. A. C.	1
2	AISLADOR, tipo suspens. (cadena de aisladores)	Porcel.	6
3	PERNO, ojo 5/8" $\phi$ x 10" $\phi$ long.	AC.galv.	6
4	TUERCA, para perno 5/8" $\phi$	AC.galv.	6
5	CONTRATUERCA, para perno 5/8" $\phi$	AC.galv.	6
6	TUERCA, de ojo para perno de 5/8" $\phi$	AC.galv.	6
7	RETENIDA.	AC.galv.	6
8	GRAPA, de doble vía para conducto de cobre.	Cu.	6
9	ARANDELA, curva cuadrada 2" x 2" x 3/16", huecocoil/16"	AC.galv.	12

PROYECTO :  
 LINEA PRIMARIA EN 10KV  
 TITULO :  
 ESTRUCTURA DE ANGULO (15° - 90°)

PROYECTADO POR :  
 S. F. B.  
 TIPO ARMADO :  
 A - 25

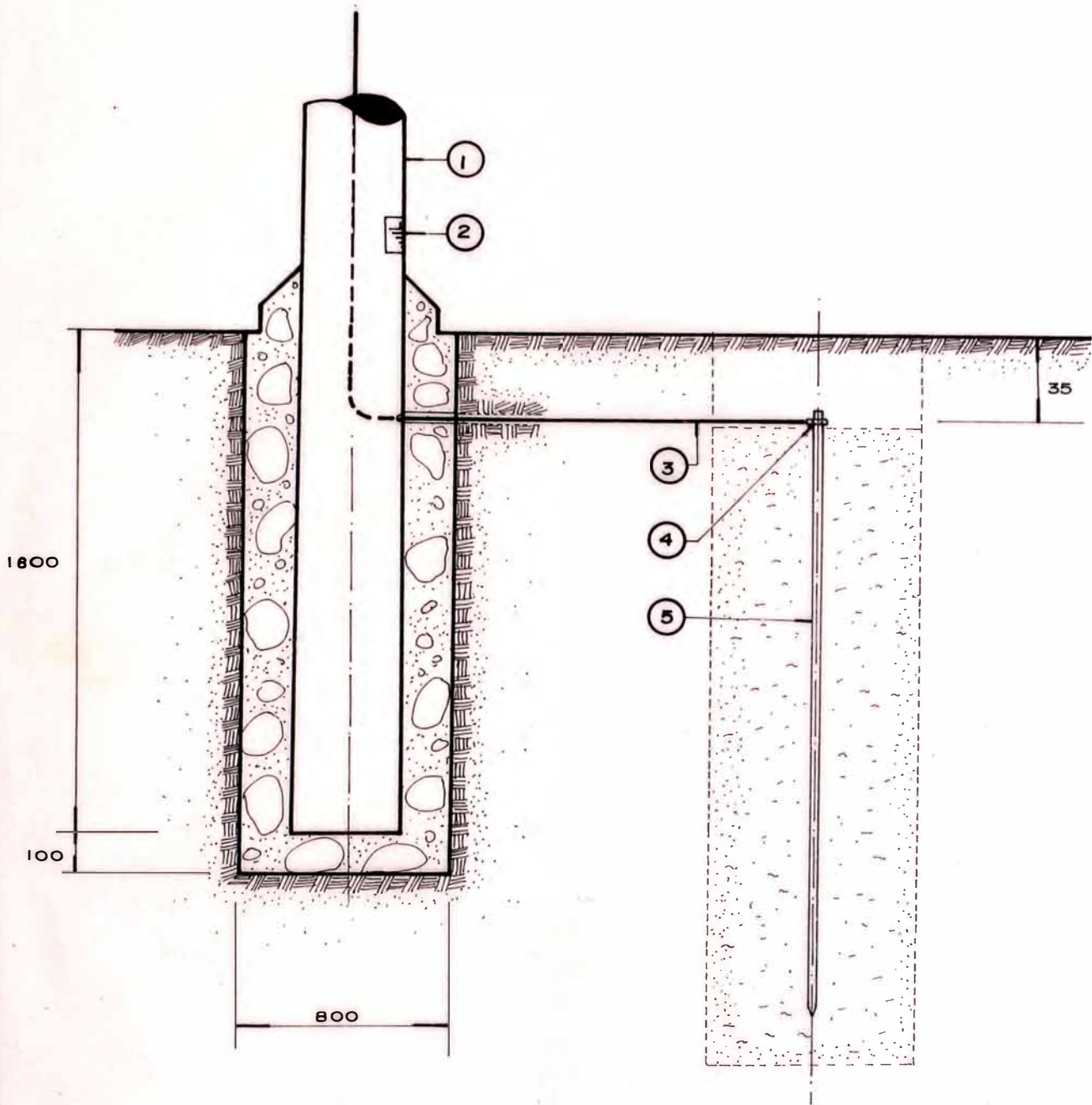
ESCALA :  
 S/E  
 FECHA :  
 FEB. '98  
 LAMINA N°.:  
 LT - 04





11	1	Perno ojo angular AC. 6° 5/8" Ø x 10" se usará como alternativa	11	1	Perno ojo angular AC. 6° 5/8" Ø x 10" se usará como alternativa
10	1	Aislador Tipo Nuez clase 54-3	10	1	Aislador Tipo Nuez clase 54-3
9	1	Templador AC. 6° de 10"	9	1	Templador AC. 6° de 10"
8	1	Arandela cuadrada AC. 6° 4" x 4" x 1/4"	8	1	Arandela cuadrada AC. 6° 4" x 4" x 1/4"
7	1	Guardacable AC. 6° 8' long.	7	1	Guardacable AC. 6° 8' long.
6	1	Abrazadera partida AC. 6° 2" x 3/16"	6	1	Abrazadera partida AC. 6° 2" x 3/16"
5	2	Guardacabo AC. 6°	5	2	Guardacabo AC. 6°
4	6	Grapa AC. 6° con 3 pernos paracable 3/8" Ø	4	6	Grapa AC. 6° con 3 pernos paracable 3/8" Ø
3	1	Varilla de 5/8" Ø con arandela y tuerca x 2.50 m. de long. AC. 6°	3	1	Varilla de 5/8" Ø con arandela y tuerca x 2.50 m. de long. AC. 6°
2	1	ZAPATA, ANCLAJE 50 x 50 x 20 cm.	2	1	ZAPATA, ANCLAJE 50 x 50 x 20 cm.
1	15 m.	Cable de acero, Ø 3/8", 7 hilos. N° 9 AWG	1	15 m.	Cable de acero, Ø 3/8", 7 hilos. N° 9 AWG
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	ITEM	CANT.	DESCRIPCION

PROYECTO:	PROYECTADO POR:	ESCALA :
LINEA PRIMARIA EN IOKV	S. F. B.	S / E
TITULO :	DIBUJADO POR :	FECHA :
DETALLE RETENIDA SIMPLE		FEB. '98
		LAMINA :
		LT - 05



ITEM	CANT	DESCRIPCION
5	1	ELECTRODO COPPERWELD 5/8"Øx2.40m.
4	1	GRAPA DE COBRE PARA VARILLA 5/8" Ø
3	16m	CONDUCT. DE Cu DESNUDO, 25 mm <sup>2</sup> DE SECCION
2	1	PLACA DE SENALIZACION PUESTA A TIERRA
1	1	POSTE DE C.A.C DE 12 m.

PROYECTO :  
LINEA PRIMARIA EN 10KV

PROYECTADO POR : S.F.B.

ESCALA : S/E

TITULO :  
DETALLE PUESTA TIERRA PARA ESTRUCTURAS

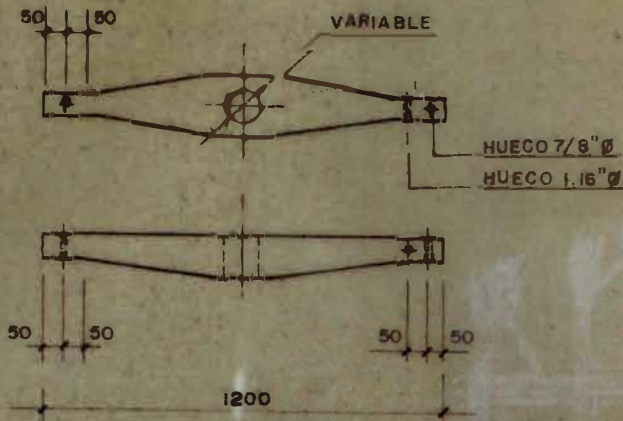
DIBUJADO POR :

FECHA : FEB. '98

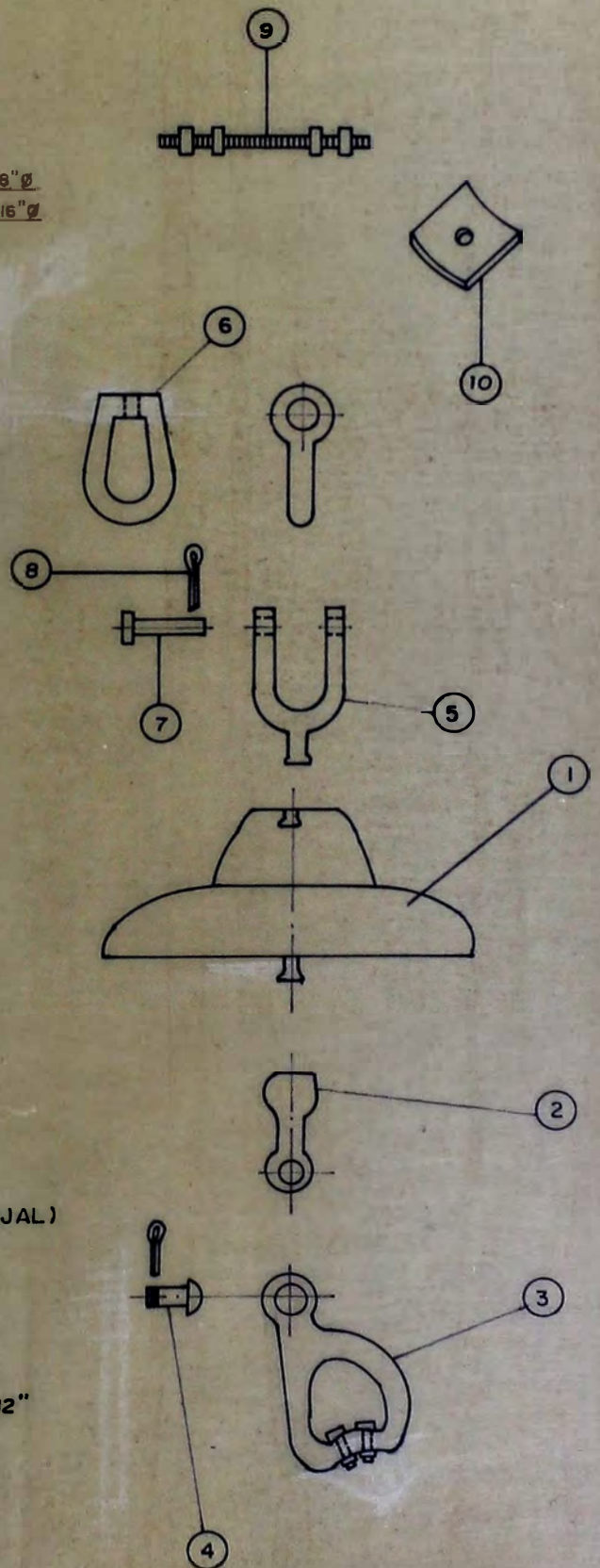
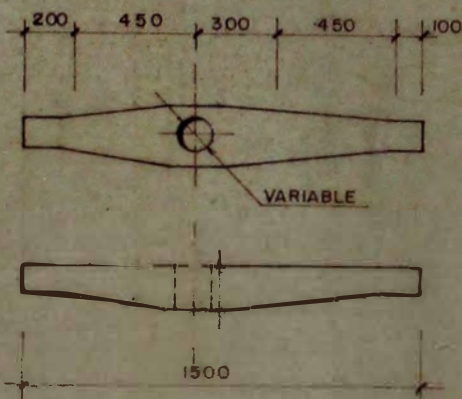
LAMINA :

LT - 06

### CRUCETA SIMETRICA



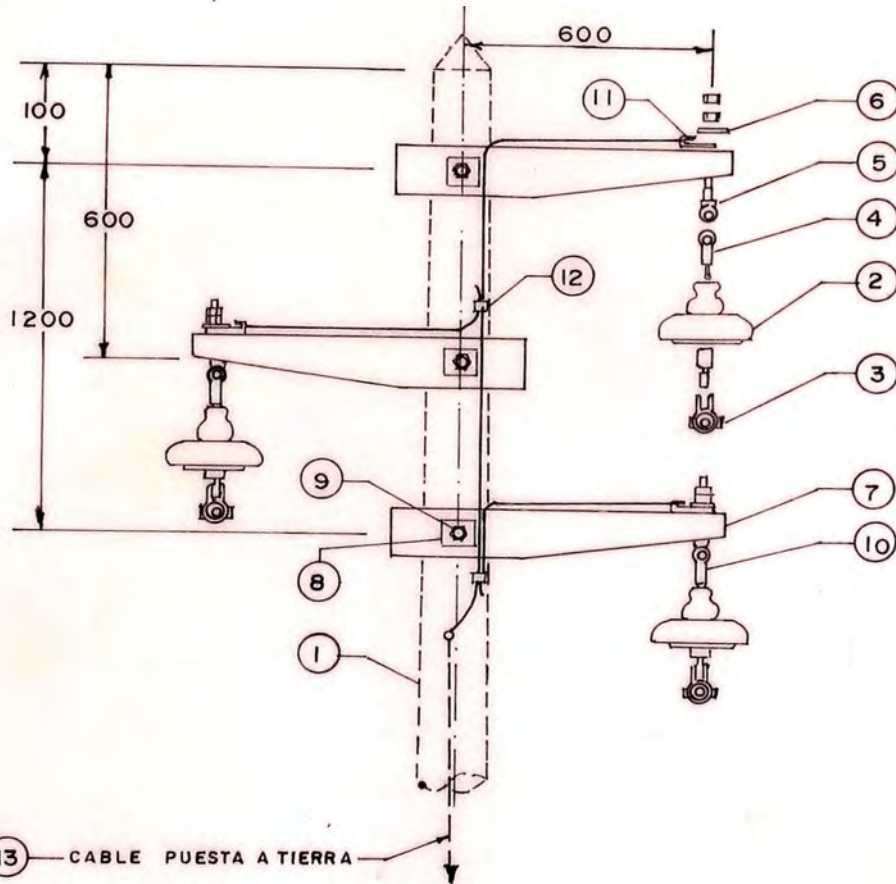
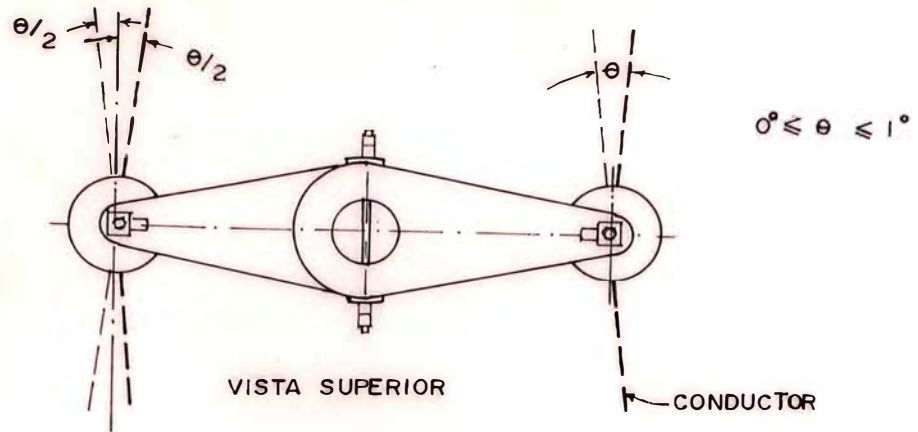
### CRUCETA ASIMETRICA



POS.	NOMBRE
1	AISLADOR CLASE 52-5
2	ADAPTADOR CASQUILLO OJO (ROTULA HOJAL)
3	GRAPA ANCLAJE TIPO PUÑO
4	PIN PARA ITEM 3
5	ADAPTADOR HORQUILLA-BOLA
6	OJAL ROSCADO 5/8" Ø
7	PIN PARA ITEM 5
8	PASADOR
9	VARILLA ROSCADA CON TUERCA 5/8" Ø x 12"
10	ARANDELA CURVADA 2" x 2" x 3/16"

NOTA : TODOS LOS ACCESORIOS SERAN DE AC. 6° AL CALIENTE

PROYECTO : LINEA PRIMARIA EN 10 KV	PROYECTADO POR : S. F. B.	ESCALA : S/E
TITULO : DETALLE CRUCETA C.A.V. CADENA DE ANCLAJE	DIBUJADO POR :	FECHA : FEB. '98
		LAMINA N° : LT-07



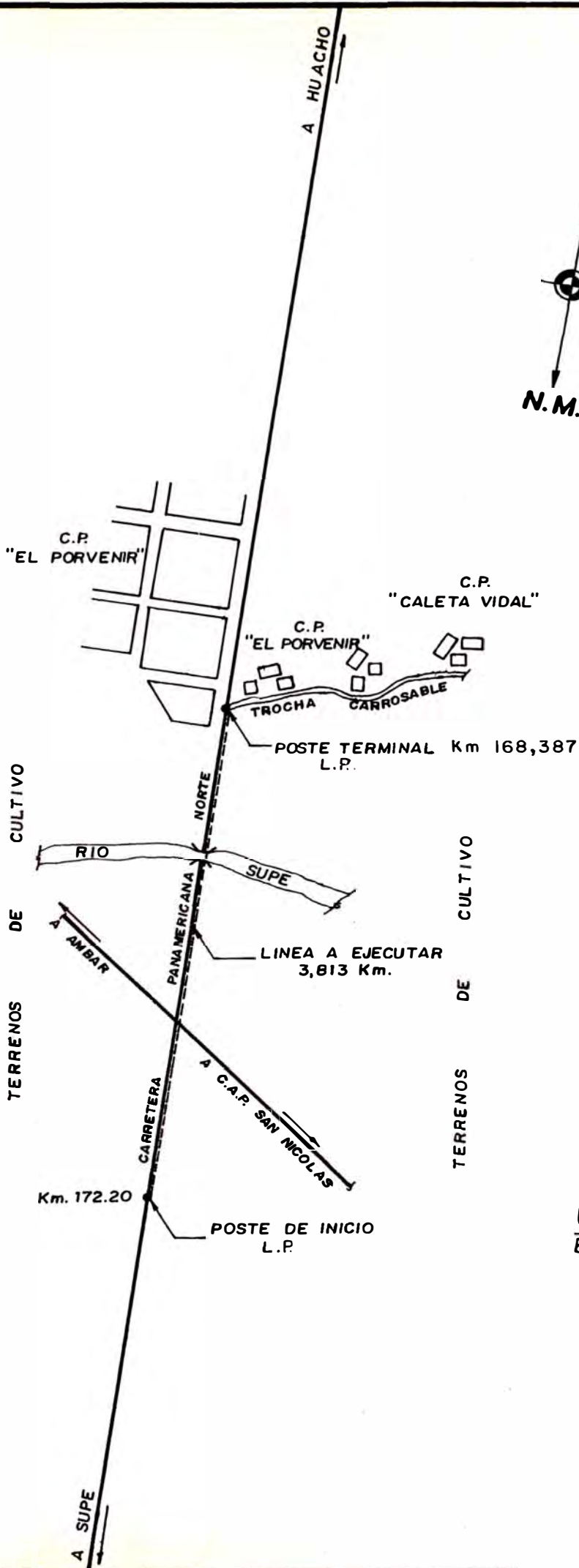
ITEM	CANT.	DESCRIPCION
13		Cable puesto a tierra
12	2	Conector perno partida de Cu
11	3	Planchita de cobre tipo "J"
10	3	Rótula ojal corto AC. 6°
9	3	Váñilla roscada AC. 6° 5/8" $\varnothing$ x 12"
8	6	Arandela curvada AC. 6° 2" x 2" x 3/16"
7	3	Ménsula c. a. v. 1,0 m.

ITEM	CANT.	DESCRIPCION
6	3	Arandela plana AC. 6° 2" x 2" x 3/16"
5	3	Perno ojal AC. 6° 5/8" $\varnothing$ x 10"
4	3	Horquilla bola AC. 6°
3	3	Grapo suspensión bronce
2	3	Aisladores tipo FOG 52-5
1	1	Poste c. a. c. 12 m.

PROYECTO :	PROYECTADO POR :	ESCALA :
LINEA PRIMARIA EN 10KV	S. F. B.	S/E
TITULO :	TIPO ARMADO :	FECHA :
ALTERNATIVA	A - 7	FEB. 98
ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO		LAMINA :
		LT - 08

**ANEXO B2**

**Plano de Ubicación en escala 1/5000**



**UBICACION**  
Esc.: 1/5,000

**ANEXO B3**

**Planos de la Línea Primaria en 10 kV**

- Plano N°LT-01-01
- Plano N°LT-01-02

**BIBLIOGRAFIA**

- Proyecto de Ingeniería de la Línea de Sub-transmisión en 10 kV Caleta Vidal - El Porvenir de: Electro Perú S.A.
- Código Nacional de Electricidad Tomos I y IV
- Normas Técnicas de Electrolima S.A.
- Norma DGE 004A-P-4/1984 del MEM.
- Líneas de Transmisión y redes de Distribución de Potencia Eléctrica Tomo II de: Gilberto Enriquez Harper
- Líneas de Transporte de Energía de: Luis Maria Checa