

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Electrificación y Diseño del Pequeño Sistema Eléctrico Llusita Ayacucho en 22.9 - 13.2 KV. ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

FELIX EDUARDO ALARICO CHANCASANARUPA

PROMOCION: 1982 - 1

LIMA . PERU . 1992

INDICE

	Pag.
PROLOGO	10
CAPITULO I	
Introducción	12
CAPITULO II	
MEMORIA DESCRIPTIVA	
2.1.-Generalidades	14
2.1.1.-Ubicación	14
2.1.2.-Caraterísticas geográficas	15
2.1.3.-Localidades beneficiadas	15
2.1.4.-Estructura social y actividad económica.	16
2.2.-Instalaciones existentes	17
2.3.-Alcance del proyecto	17
2.4.-Descripción del proyecto	18
2.4.1.-De la generación	18
2.4.2.-De la línea de subtransmisión	18
2.4.2.1.-Sistema trifásico	18
2.4.2.2.-Sistema bifásico	19
2.4.2.3.-Sistema monofásico	20
2.4.2.4.-Sistema M.R.T.	20
2.4.2.5.-Aterramientos	20
2.4.3. De los centros de transformación	21
2.4.3.1.-Subestación de distribución	21
2.4.3.2.-Subestación elevadora	21
2.4.4. De la ejecución de obra	22
2.4.4.1.- Primera etapa de obra central hidráulica.....	23
2.4.4.2.- Segunda etapa de obra subestación elevadora.....	23
2.4.4.3.- Tercera etapa de obra subestación elevadora.....	25

Línea Cangallo Pomabamba - Paras - Porta Cruz -
Sarhua - Pampa Cruz

25

CAPITULO III

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO

3.1.-Generalidades	
3.2.-Postes de C.A.C.	
3.3.-Postes de madera	3
3.4.-Armados a utilizar	
3.4.1.-Armado de salida tipo "EA1"	33
3.4.2.-Armado de alineamiento tipo "EA2"	35
3.4.3.-Armado cambio dirección tipo "EA3"	
3.4.4.-Armado cambio dirección tipo "EA4"	3
3.4.5.-Armado de alineamiento tipo "EA5"	39
3.4.6.-Armado cambio dirección tipo "EA6"	40
3.4.7.-Armado cambio dirección tipo "EA7"	41
3.4.8.-Armado de anclaje tipo "EA8"	42
3.4.9.-Armado cambio dirección tipo "EA9"	42
3.4.10.-Armado de derivación tipo "EA10"	
3.4.11.-Armado de alineamiento tipo "EA11"	46
3.4.12.-Armado cambio dirección tipo "EA12"	47
3.4.13.-Armado cambio dirección tipo "EA13"	
3.4.14.-Armado cambio dirección tipo "EA14"	48
3.4.15.-Armado de anclaje tipo "EA15"	49
3.4.16.-Armado de derivación tipo "EA16"	50
3.4.17.-Armado de alineamiento tipo "EA17"	51
3.4.18.-Armado cambio dirección tipo "EA18"	52
3.4.19.-Armado de anclaje tipo "EA19"	
3.5.-Aisladores y accesorios	
3.5.1. Aisladores tipo pin.	53
3.5.2. Aisladores tipo suspensión.....	54
3.6.-Accesorios y ferreterías.....	54
3.6.1. Para aisladores tipo pin en poste C.A.C.	
3.6.2. Para aisladores tipo pin en poste de madera.....	56
3.6.3. Para aisladores tipo suspensión.....	56
3.7.-Conductores.....	57
3.7.1.-En la línea de subtransmisión primaria	57

3.7.2.-De la subestación a barras y circuitos salidas	57
3.8.-Transformadores de la Estación	
3.9.-Equipos de protección para subestaciones	
3.9.1.-Seccionador fusible	59
3.9.2.-Parrayos	61
3.9.3.-Juego de puesta a tierra	63
3.10.-Cajas de distribución	

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJES ELECTROMECANICOS

4.1.-Generalidades	65
4.2.-Alcance de trabajos	65
4.3.-Instalación y cimentación de postes	
4.4.-Instalación de armados	67
4.4.1.-Armados con postes de madera	67
4.4.2.-Armado con postes de C.A.C.	67
4.5.-Instalación de aisladores	3
4.6.-Instalación de retencidas	69
4.7.-Instalación de cajas terminales	70
4.8.-Tendido e instalación de conductores	71
4.8.1.-Sistema aéreo	71
4.8.2.-Sistema subterráneo	72
4.9.-Instalación de equipos de protección y transformación	73
4.10.-Instalación de puesta a tierra	75
4.11.-Inspección y pruebas	75
4.11.1.-Inspección de cada estructura.....	75
4.11.2.-Inspección integral de la línea...	77
4.11.3.-Prueba de puesta en servicio.....	77
4.11.4.-Inspección final de la obra.....	78
4.11.5.-Pruebas de las tomas a tierra.....	79
4.11.6.-Pruebas de los equipos de las subestaciones de distribución.....	79
4.11.7.-Pruebas de los materiales eléctricos	79

CAPÍTULO V

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

5.1.-Cálculos eléctricos .	81
A) Criterios generales	81
B) Información básica	81
C) Características básicas de diseño	82
5.1.1.-Características de conductores en los Ramales I y II	
5.1.2.-Disposiciones de la línea de transmisión	83
5.1.3.-Cálculos de las caídas de tensión	83
5.1.4.-Impedancia equivalente de secuencia cero de la línea	84
5.1.5.-Impedancia de línea del sistema M.R.T.	86
5.1.6.-Impedancia de línea del sistema monofásico con neutro corrido puesta a tierra.	87
5.1.7.-Impedancia de línea del sistema trifásico	88
5.1.8.-Impedancia de línea del sistema bifásico	89
5.1.9.-Cálculos numéricos de resistencias impedancia de las líneas de transmisión.	
A.-Resistencia de los conductores	
B.-Impedancia de la línea M.R.T.	90
C.-Impedancia de línea trifásica	92
D.-Impedancia de línea monofásica con neutro corrido a tierra	94
5.1.10.-Cálculo de los factores caída de tensión	101
5.1.11.-Capacidad de subestación elevadora	108
5.2.-Cálculos mecánicos	111
5.2.1.-Cálculo mecánico de conductores	111
5.2.1.1. Lineamientos generales	111
5.2.1.2. Criterios de cálculo	111
A) Hipótesis o estado de carga.	112
B) Cambio de estado generalizado	113
C) Otras ecuaciones a utilizar..	113
5.2.2.-Cálculo mecánico de postes	125
5.2.2.1. Criterio de cálculo	125

- A) Postes de concreto armado .. 125
- B) Postes de madera tratada, tipo eucalipto 126
- C) Distancias mínimas sobre la superficie del terreno 127
- 5.2.2.3.-Selección longitud del poste .. 128
 - A) Doble terna (Sistema trifásico) 128
 - B) Terna simple (Sistema trifásico, monofásico o bifásico) 128
 - C) Simple terna(Sistema M.R.T.) 129
- 5.2.2.4.-Cálculo de los esfuerzos sobre el poste 130
 - A) Definición de parámetros ... 131
 - B) Definición de ecuaciones ... 131
 - C) Cálculo de tracción de conductores y vientos sobre el poste 132
- 5.2.2.5.-Definición de ecuaciones de momentos torsor 133
- 5.2.2.6.-Cálculo de la estructura para doble terna trifásica 135
- 5.2.2.7.-Cálculo de la estructura para simple terna trifásica 140
- 5.2.2.8.-Cálculo de la estructura para simple terna monofásico o bifásico 143
- 5.2.2.9.-Cálculo de la estructura para simple terna M.R.T. 145
- 5.2.2.10.-Cálculo de la estructura para vanos singulares 150
- 5.2.2.11.-Cálculo de la estructura para de cambio de dirección 152
- 5.2.3.-Cálculo de las retencidas 157
 - 5.2.3.1. Para doble terna trifásica ... 158
 - 5.2.3.2. Para simple terna trifásica ... 158
 - 5.2.3.3. -Conclusión 159
- 5.2.4.-Selección de retencidas 160

1998

5.2.5.-Selección de aisladores	161
5.2.5.1.-Cálculo de niveles de aislamiento	
5.2.5.2.-Conclusión	
5.2.5.3.-Cálculo cargas de rotura	164
A) Aislador tipo pin	164
B) Aislador tipo suspensión ...	16
5.2.5.4.-Conclusión	166
5.3.-Protección del pequeño sistema eléctrico Llusita-Ayacucho Ramales I y II	167
5.3.1.-Introducción	167
5.3.2.-Tipos y causas de falla	168
5.3.3.-Cálculo de las corrientes de corto circuito	170
5.3.4.-Elección del sistema de protección	172
5.3.4.1.-Fusible de expulsión	172
5.4.-Sistema de puesta a tierra	

CAPITULO VI

METRADO Y PRESUPUESTO

6.1.-Equipos de distribución y protección línea subtransmisión Ramales I y II	
6.2.-Cuadro línea de alineamiento a los Ramales I y II Llusita-Cangallo-Huancapi	181
6.3.-Cuadro línea de subtransmisión doble terna Llusita-Cangallo-Huancapi Ramal I y II	183
6.4.-Cuadro línea de subtransmisión simple terna Cangallo-Paras-Ramal I	185
6.5.-Cuadro línea de subtransmisión trifásico, bifásico. M.R.T. Ramal II	187

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DE COSTOS

7.1.-Análisis de los costos de los materiales...	189
7.1.1.Costos de los materiales.....	189
A)Costo económico.....	189
B) Costo real y/o calidad.....	189
7.1.2.Cálculo de los costos de materiales..	189

A) Costo de fabricación	189
B) Costo real y/o de calidad	190
7.1.3.-Costo por partida de suministros	190
7.1.4.-Costo por partida de suministro	190
7.2.-Costos del transporte	191
7.3.-Análisis de costos de la mano de obra	191
7.3.1.-Costo de mano de obra por cuadrilla	191
7.3.2.-Costo promedio de hora hombre	192
7.3.3.-Deducción de la mano de obra para la instalación eléctrica	192
A) Cálculo del rendimiento horario	192
B) Cálculo del rendimiento horario total	192
C) Cálculo del costo total de la mano de obra	192
D) Cálculo del costo total unitario del material en obra	194
E) Cálculo del costo total del material eléctrico en obra	194
7.4.-Resumen del metrado-presupuesto	205
7.4.1.-Gastos generales	
A) Costo de dirección técnica	205
B) Costo de utilidades	205
7.5.-Resumen de costos de suministro y montaje	210
7.6.-Fórmula polinómica de reajuste	210

CAPITULO VIII

Conclusiones y recomendaciones	211
--------------------------------------	-----

ANEXOS

PLANOS

BIBLIOGRAFIA

PROLOGO

La carencia de energía eléctrica en un pueblo genera problemas de salud, de economía y de estructura socio-económico, retrasando por ende de su desarrollo a la par con el avance de la ciencia.

Las constantes alzas debido a la distancia, lejanía, falta de camino de acceso por las características geográficas y topográficas, están impidiendo el normal desenvolvimiento de partidas presupuestales para la adquisición de petróleo y normal funcionamiento de pequeñas centrales térmicas.

Frente a estas problemáticas de crisis, escasez y restricciones económicas que genera la utilización del petróleo en el movimiento de motores y grupos térmicos para la generación de energía eléctrica; es necesario de restringir su uso para el abaratamiento de los costos de producción. mediante el empleo de líneas de subtransmisiones aéreas para la conducción de fluido eléctrico desde las centrales hidroeléctricas.

La electricidad como elemento multiplicador es de necesidad para el desarrollo socioeconómico de los pueblos; requiriendo por ende de una atención preferencial y en especial para aquellos pueblos que no gozan del fluido eléctrico.

Tal es así que mediante "El pequeño sistema Llusita Ayacucho" se dotará y/o beneficiará del fluido eléctrico a una vasta

zona y/o poblados de la parte rural de Ayacucho. siendo de 65 a 68 localidades que se encuentran comprendidas en el área rural que recorren los circuitos y/o ramales I y II del P.S.E. Llusita; con líneas primarias de subtransmisión trifásica con neutro corrido a 22.9 - 13.2 Kv de tensión y con líneas de subtransmisión monofásico con retorno por tierra a 13.2 Kv de tensión.

Actualmente está en ejecución las obras preliminares para la instalación de la central hidráulica Llusita; el cual abastecerá de energía eléctrica a un amplio sector de esta zona ayacuchana por encontrarse dentro del plan maestro de electrificación de toda la frontera eléctrica que viene ejecutando la corporación de desarrollo Ayacucho (CORFA), quien tiene como meta la priorización de los P.S.E. a 22.9 - 13.2 Kv, en el departamento de Ayacucho, para las ampliaciones y electrificaciones de todos los pueblos que se encuentran en el ámbito de su jurisdicción.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La finalidad del proyecto es electrificar de 65 a 68 pueblos de las provincias de Llusita, Cangallo, Huanapi, Vilcashuaman y partes de Canaria y Paras mediante los ramales I y II, según requerimiento de cargas actuales y futuras; esto en razón de carecer de energía eléctrica la mayoría de los pueblos que recorrerá la troncal del ramal I y ramal II.

La producción de energía, provendrá de la central hidroeléctrica Llusita a construir e implementar con fondos de Electro Perú S.A. y fondos de la CORFA Ayacucho, mediante las líneas de subtransmisión 22.9-13.2 Kv, con sistemas trifásico, bifásico monofásico con neutro a tierra multiaterrado.

Con la producción de energía y presencia de las troncales del ramal I y ramal II, es llegar a electrificar una vasta zona de pueblos olvidados y golpeados por el problema social así como permitir el ahorro del uso del petróleo en aquellas pequeñas centrales térmicas.

Tal es así que el presente proyecto trata sobre la electrificación y diseño del pequeño sistema eléctrico Llusita-Ayacucho es 22.9 - 13.2 Kv.

En el segundo capítulo se describe en forma generalizada sobre sus características geográficas, social

y económica así como de instalaciones existentes.

En el tercer capítulo trata sobre las especificaciones técnicas de los materiales y equipos de la línea de subtransmisión, así como del cumplimiento de las normas de la DGE/MEM.

En el capítulo cuarto se hace una descripción de las especificaciones técnicas de los montajes electromecánicos, así como de las pruebas técnicas para el normal recibimiento de una obra.

En el quinto capítulo se efectúan descripción de los cálculos justificativos tanto eléctrico y mecánico para la selección de materiales y equipos a utilizar en la línea de subtransmisión.

En el sexto capítulo se detallan los cálculos totales del metrado y presupuesto en base a precios unitarios comerciales y cantidades de materiales y equipos a utilizar.

En el séptimo capítulo se hace descripción de costos unitarios, costos totales, resumen de suministros y montaje así como del reajuste de precios que sufren los materiales y equipos por medio de la fórmula polinómica.

En las conclusiones se dan los aspectos y partes necesarias a la cual se han llegado durante el desarrollo del proyecto; las que servirán como orientación para montajes y ejecuciones del proyecto; se incluye la relación de bibliografías que han servido como guía como los planos que son parte del desarrollo del proyecto.

CAPITULO II

MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. -GENERALIDADES

La finalidad del presente proyecto es suministrar energía eléctrica en Alta Tensión a 22.9-13.2 KV en forma integral a las diferentes localidades que comprenden los Ramales I y II del Pequeño Sistema Eléctrico Llusita Ayacucho; según requerimientos actuales y futuras de energía a una proyección de 20 años y de esta manera dotar del fluido eléctrico a localidades olvidadas tanto económicamente como en su desarrollo social.

Cabe señalar que todas estas localidades en su mayoría carecen de energía eléctrica y los que gozan del fluido como son las localidades de Huancapi, Cangallo, Pampa Cangallo y Vilcashuamán son en base a Pequeñas Centrales Térmicas.

2.1.1 Ubicación

Las localidades que va a comprender la electrificación mediante dos pequeños sistemas Eléctricos Llusita, se encuentran ubicados en él:

Departamento: Ayacucho

Provincias: Llusita, Huancapi, Cangallo.

Alcaldías raras.

Distritos Varios de 65 a 68 localidades
Descritos en los Ramales I y II
(Ver Plano PU-A-I-01)

2.1.2.-Características geográficas

Las localidades que comprenden los Ramales I y II en su mayoría presentan topografías bastante accidentadas. La línea de subtransmisión recorrerá Valles, Quebradas, Ríos, Vertientes y Punas; variando las altitudes entre 1500, 2000, 3000, 3500 y 4500 m.s.n.m.

Las líneas que recorrerán serán zona con clima variado. frías, templadas, cálidas con lluvias frecuentes granizadas en las alturas. siendo las más frecuentes en los meses de Noviembre a Abril, con temperaturas que fluctúan en un promedio de 4°C a 6°C como mínimo, de 10°C a 18°C intermedio y de 20°C a 25°C como máximo con velocidades de viento entre 70 Km/Hr. a 90 Km/Hr (C.N.E.)

2.1.3.- Localidades beneficiadas

Las localidades que van a ser beneficiadas con el fluido eléctrico dentro de los ramales comprenden:

A) Ramal I

Fampa Cruz, Alcemena, Murata, Huambo, Huamanquiquia, Tinca, Manchiri Taulle, Porta Cruz, Ucho, Patará, Sarahua, Cangallo, Mollebamba, Putica, Huacabanquio, Hualchanga, Faco Pata, Tiquipalpa, Pantin, Fampa Cangallo, Pomabamba, Ujya Carampa, Huayabamba, Cancha Cancha, Cotarara, Uchuyri, Huarcaya, Auquilla, Chusqui, Quispillacta, Chuymay, Quiñasi, San José, Chacabamba, Vilcanchos y Paras.

g) Ramal II

Huancaraylla, Huancapi, Colca, Quilla, Humaru, Bellavista, Tia, Pillocho, Vilcashuaman, Fomacocha, F. P., Vischongo, Concepción, Cayará, Clanchernos, San Pedro de Hualla, Tiquipalpa, Carampa, Taca, Moyipampa, Huamanmarca, Humbelipa, Accomarca, Pongochoa, Huarcas, Quihuas, Cocha, Contay y Carhuanca. (ver Plano DUL 04.01 y 04.02)

2.1.4. -Estructura social y actividad económica

En su mayoría las viviendas son de una planta y en que otros de 2 plantas; predominando la construcción con paredes tapizados de barro, adobes y piedras, techos con tejas y pajas, en la segunda planta las paredes son de madera y techos de calamina y teja con paja.

Las actividades que se dedican la mayoría de la población es a la agricultura y ganadería; a la artesanía y Telares; a trabajos manuales de obreros y en menor escala a las actividades públicas.

Se autoabastecen de sus propios productos agrícolas, complementándose con productos de primera necesidad mediante las ferias que se realizan una vez por semana en cada localidad tanto en la ciudad como en los distritos en plena puna.

2.2. -INSTALACIONES EXISTENTES

En sí, la mayoría de las localidades no cuentan con ningún tipo de instalaciones a excepción de los distritos de Cangallo, Huancapi, Pampa Cangallo, Vilcashuaman y Vischongo, cuyas instalaciones son del tipo rural con posterias y crucetas de mauerá tratada y en menor escala de concreto armado; provenientes sus energías de las pequeñas Centrales Térmicas compuestas de Motor-Generador en la misma ciudad en el extremo.

El suministro de energía para alimentar dichas localidades, se realizarán mediante las líneas de subtransmisión a 22.9 - 13.9 kV proveniente de la Central hidráulica a construir e implementar con fondos de ELECTRO PERÚ y CORDE AYACUCHO.

2.3. -ALCANCE DEL PROYECTO

La obra al que se refiere el presente estudio, comprende en sí los cálculos y el diseño de la:

Línea de Subtransmisión a 22.9-13.2 KV con sistemas trifásicos, bifásicos y monofásicos con neutros a tierra multiterrestado, para intensidades mayores de 10 Amp. en la línea neutra con un desbalance de 20% al 30% de capacidad.

Línea de Subtransmisión a 13.2 KV con el sistema M.R.T. (Monofásico Retorno por Tierra) con intensidades de 8 Amp. a 10 Amp. en la línea neutra.

Subestaciones de distribución a 13.2 KV/ - 0.44 0.230 KV y Subestación Elevadora de 10 KV a 22.9-13.2 KV

2.4. -DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.4.1. -De la generación

La energía que suministrará el fluido eléctrico a los distintos poblados, serán provenientes de la Subestación Elevadora de tensión a 10 KV/22.9 13.2 KV instalar: previa construcción y montaje de la Central Hidráulica de Llusita que generara energía a una Tensión de 10 V para una potencia de 1.5 MVA.

2.4.2.-De la línea de subtransmisión

Comprenderá de los sistemas de distribución siguiente:

2.4.2.1.-Sistema trifásico

A nivel de tensión de 22.9 KV entre fase a fase; líneas que van a ser soportados por aisladores de porcelana vidriadas en alineamiento y en suspensión instalados a postes de concreto armado centrifugado y en postes de madera tratada de 12 m. y 13 m.

La transmisión de energía será mediante el tendido de conductores de Cu. desnudo. cableado de 35 mm² y 25 mm², con neutro corridos de 16 mm² y 10 mm² sección.

2.4.2.2.-Sistema bifásico

Será a 22.9 KV de nivel de tensión entre fase a fase líneas que serán soportados por aisladores de porcelana vidriada en alineamiento y suspensión, instalados a postes de madera tratada de 11 m. y 12 m. La transmisión de energía será mediante el tendido de conductores de Cu. desnudo cableado de 25 mm² y 16 mm² de sección con neutros corrido de 16 mm² y 10 mm² de sección.

2.4.2.3.-Sistema monofásico

Será a 13.2 KV de nivel de tensión entre fase viva y fase neutra, soportada por aisladores de porcelana vidriada en alineamiento y suspensión: instalados a postes de madera tratada de 11 m.

La energía se transmitirá mediante el tendido del conductor de Cu. desnudo, cableado de 16 mm² y 10 mm² de sección y neutro corrido de 10 mm² de sección.

2.4.2.4.-Sistema M.R.T.

La tensión nominal será de 13.2 KV entre fase viva y fase neutra, línea soportada por aisladores de porcelana vidriada en alineamiento y suspensión, instalados en postes de madera tratada de 11 m.

La transmisión será mediante el tendido de conductor de Cu. desnudo, cableado de 10 mm² de sección.

2.4.2.5.-Aterramientos

Serán instalados a tierra todas las partes metálicas y toda la línea neutra corrido, mediante un conductor de Cu. desnudo, cableado de 16 mm² de sección. Todos los aisladores de alineamiento serán de tipo 52-2 ANSI y de suspensión serán de tipo 52-4

ANSI.

2.4.3.-De los centros de transformación

Comprenderán las siguientes subestaciones:

2.4.3.1.-Subestación distribución

Serán aéreos tipos barbotante y monoposte. compuestos de transformadores trifásicos, bifásicos, y monofásicos con neutro a tierra a 22.9 - 13.2 KV/0.440 - 0.230 KV y de 13.2 KV/0.440 - 0.230 KV, para montajes exteriores en postes de madera tratada de 11 m. y 12 m. acondicionados con sus respectivas protecciones compuestos de seccionadores fusibles tipo Cut-Cut y de pararrayos tipo autoválvula con sus respectivas **POZAS** a tierra en cada subestación y aterramientos en todo su recorrido de la línea neutra.

2.4.3.2.-Subestación Elevadora

Será instalada en el patio de la Central Hidráulica que generará energía a 10 KV, siendo elevada y transmitida por bancos de transformadores a 22.9 KV entre fases vivas y 13.2 KV entre fase viva y fase neutra, protegido por seccionadores tipo Cut-Cut y Pararrayos.

La conexión al banco de transformadores

serán con cables del tipo NKV de $1 \times 3 \times 150$ mm² desde las barras en 10 KV mediante el instalamiento de cajas terminales en la celda de barras y en los bornes de alineamiento al banco de transformadores.

Las acometidas a las líneas de subtransmisión serán conexcionados mediante conductores de Cu. desnudo, cableados de 70 mm² de sección, desde un portico metálico de salida en 22.9-13.2 KV; previa protección con seccionadores-fusibles de potencia, pararrayos y recloseres monofásicos en la cual todos los equipos, banco de transformadores irán sentados sobre un banco o base de concreto construido en el patio de llaves, previo emallamiento de la poza a tierra.

2.4.4. -De la ejecución de la obra

El montaje que comprenderá la obra en sí, se ejecutarán por etapas de acuerdo a financiemiento a obtener; siendo mediante la utilización del Decreto Ley 163 por ELECTRO PERU S.A. y/o con fondos provenientes de la Corde-Ayacucho via el financiamiento convenios con países extrajeros que ayudan al Departamento Ayacucho toda la situación social en que vive.

De acuerdo al financiamiento la obra comprenderá

2.4.4.1.-Primera etapa de obra

Central Hidráulica

Construcción y montaje de la casa máquina e instalación de las turbinas-generadores que generarán energía para un nivel de tensión nominal a 10 KV; Central que cubrirá una demanda presente y futura de 1.5 MVA. a 2.5 MVA.

Se instalarán celdas de barras de alta conductibilidad, y celdas de los tableros y equipos de medición (voltímetro, Wattímetros, fasímetros, Cosfímetros, y Amperímetros); instalación de celda de control de la puesta en paralelismo de los generadores, instalaciones de celdas de protecciones contra puestas a tierra, embalamiento y contra cortes-circuitos y sobrecargas; instalación de las celdas de los disyuntores de entrada y salida de la energía de alimentación a los bancos de transformadores.

2.4.4.2. Segunda etapa de obra

A. -Subestación Elevadora

En el patio de la Central Hidráulica, se instalarán e implementarán un control de

transformación compuesto de un banco de transformadores de 2 x 1000 KVA y de sistemas de protecciones compuestos de seccionadores tipo Cut-Cut y pararrayos de distribución, asimismo se construirá un pórtico metálico y enmallará con conductores de Cu. toda la puesta a tierra.

B.-Líneas de Subtransmisión trifásico

Comprenderán el tendido e instalación de la línea troncal de transmisión a 22.9 - 13.2 KV de los circuitos o ramales y II a las localidades siguientes:

Línea S.E. Circamarca - Cangallo.-Se cimentarán postes de concreto armado centrifugado y en doble terna hasta Circamarca; prosiguiendo a Cangallo con postes de madera tratada protegidos con brea caliente sus bases, se ejecutará el tendido e instalación de las 3 líneas de Cu. de 35 mm² de sección, desnudo, cableado más la línea neutra de 25 mm² de sección, desnudo, cableado; sujetados por espigas y aisladores de alineamiento y/o suspensión.

El recorrido será de l S.E. a Cangallo, pasando por Circamarca y Llusita.

Línea Circamarca - Huancapi.-Se cimentarán postes de madera tratada protegiendo sus bases con capas de brea en caliente, se ejecutará el tendido e instalación de espigas y aisladores ferreterías y conductores de Cu. desnudo, cableado de 35 mm² de sección más la línea neutra de 25 mm² de sección de Cu. desnudo, cableado; en derivación de la localidad de Circamarca pasando por Huancaraylla y llegando a Huancapi.

2.4.4.3.-Tercera etapa de obra

A.-Subestación Elevadora

Complementarán con la instalación de los reclosers monofásicos y los transformadores de medidas e instalación de los seccionadores-fusibles de potencia y de pararrayos de clase intermedia (Subestación).

B.-Líneas de subtransmisión

Comprenderán el tendido e instalación de las Sub troncales de la línea de subtransmisión a 22.9 13.2 KV y a 13.2 KV de los sistemas bifásicos, monofásicos, trifásicos y M.R.T. (Monofásico Retorno por Tierra) a los pueblos siguientes:

- Línea Cangallo Pomabamba - Chuschi Parás

La red de distribución primaria serán con niveles de tensión a 22.9 - 13.2 KV y 13.2 KV, cimentándose en postes de madera tratada protegiendo sus bases con capas de brea en caliente; el tendido e instalación de la línea serán de 25 mm², 16 mm² y 10 mm² sección de Cu. desnudo, cableado más un conductor de Cu. desnudo, cableado de 16 mm² y 10 mm² de sección, sujetos a los aisladores provistos de espigas y ferreterías saliendo en ampliación del punto 5RST de Cangallo, pasando por Pomabamba punto 6RST, y Uchuyri punto 8RST llegando a Paras punto 844ST.

Los sistemas serán 3 Ø y 2 Ø, en los troncales de su recorrido y a sistemas 1 Ø y M.R.T. en las derivaciones a niveles de tensión de 22.9 - 13.2 KV y 13.2 KV. (Ver Plano DUL-04.01 y 04.02)

Línea Cangallo-Mollebamba-Fampa Cangallo

La red de distribución primaria serán a niveles de tensión de 22.9 - 13.2 KV y 13.2 KV, con cimentación de postes de madera tratada embreado en caliente sus bases; se ejecutara el tendido e instalación con aisladores, espigas, ferreterías y conductor de Cu. desnudo, cableado de 16 mm² y 10 mm² sección, más el conductor

neutro de Cu. desnudo, cableado de 10 mm^2 sección; pasando en ampliación del punto 5RST de Cangallo y recorriendo por el punto 5iRS de Mollobamba, punto 53 RS de Pata Pata llegando al punto 54 RS de Pampa Cangallo.

Los sistema serán bifásicos y monofásicos en los troncales de sus recorridos y en derivaciones serán con el sistema M.R.T. a niveles de tensión de 22.9 - 13.2 KV y a 13.2. KV. (Ver Plano DUL-04.01 y 04.02)

Línea Cangallo -Huamanquiua - Porta Cruz
Sarhua - Pampa Cruz

Comprenderá con niveles de tensión a 22.9 - 13.2. KV y 13.2. KV; cimentándose con postes de madera tratada embreada en caliente sus bases; se ejecutará el tendido e instalación con aisladores, espigas, ferreterías y conductores de Cu. desnudo, cableado de 25 mm^2 16 mm^2 y 10 mm^2 de sección, más el conductor neutro de Cu. desnudo, cableado de 16 mm^2 y 10 mm^2 de sección en derivación del puto 4RST a 3.3 Km de Cangallo, pasando por el punto 43 RST en Huamanquiua, punto 434S en Porta Cruz y punto 43CRT en Sarhua.

Siendo sus troncales de recorrido

sistemas trifásicos y bifásicos y en derivación a sistemas monofásicos y en M.R.T. a niveles de tensión de 22.9 - 13.2 KV y 13.2 KV.

A Pampa Cruz el recorrido provendrá del punto 3RST, distante a 5.0 Km de Cangallo en derivación en el sistema M.R.T. a un nivel de tensión de 13.2 KV, con conductores de Cu. desnudo, cableado de 10 mm² de sección tanto la parte viva como la parte neutra y con postes de madera tratada de 11 m. embrado en sus bases en caliente. (Ver Plano DUL 04.01 y 04.02)

Línea Huancapi - Colca - Vilcashuaman

La red de distribución primaria serán con niveles de tensión a 22.9 - 13.2 KV y 13.2 KV; cimentándose postes de madera tratada embreado en sus bases con copas de brea en caliente; el tendido e instalación de línea serán conductores de 25 mm², 16 mm² y 10 mm² de sección, de Cu. desnudo cableado; más el conductor neutro de Cu. desnudo, cableado de 16 mm² y 10 mm² de sección, sujetos a aisladores provistos de espigas y ferreterías: en ampliación del punto 2T en Huancapi a Bellavista punto 3BR pasando por Umara punto 3AR y Colca punto 3RST. En derivación a Vilcashuamán punto 31FST

pasando por Tia punto 3A'R. Pillucho punto 3B'S y concepción punto 3.3RS pasando por Vischongo punto 32RST.

Los sistemas serán trifásicos y bifásicos en los troncales de su recorrido y a sistemas monofásicos y M.R.T. en derivaciones a niveles de tensión de 22.9 13.2 KV y 13.2 KV. (Ver Plano DUL-04.01 y 04.02)

Línea Huancapi Cayara - Canaria

Comprenderá con niveles de tensión a 22.9 13.2 KV y 13.2 KV; cimentándose postes de madera tratada embreados en sus bases con copas de brea en caliente; se ejecutará el tendido e instalación de conductores de 16 mm² y 10 mm² de sección, de Cu. desnudo, cableado más el conductor neutro de Cu. desnudo, cableado de 10 mm², sujetos a aisladores provistos de espigas y ferreterías; en derivación a Canaria punto 44RST pasando por el punto 4RST en Cayara, punto 41S en Chincheros, punto 42RST en San Pedro de Hualla y punto 43RST en Tiquihua prosiguiendo a Toca en el punto 45R. (Ver Plano DUL-04.01 y 04.02)

Línea Huancapi - Huambalpa - Carhuanca

Comprenderá la red de distribución primaria a 22.9 - 13.2 KV y 13.2 KV; cimentándose

postes de madera tratada embreado en sus bases con copas de brea en caliente; el tendido serán con conductores de 25 mm^2 , 16 mm^2 y 10 mm^2 de sección de Cu. desnudo, cableado más el conductor neutro de 16 mm^2 y 10 mm^2 de sección de Cu. desnudo, cableado; sujetos a aisladores provistos de espigas y ferreterías. En derivación a Huanhalpa punto 52T pasando por Huanamarca punto 51T del punto 5RST de Moyopampa.

En derivación a Carhuanca punto 72RST pasando Accomarca, Pongacacha puntos 6RST y 7R del punto 5RST de Moyopampa y llegando a Contag punto 73ST y a Quihuas punto 7BR pasando por Huancas punto 7AR.

Los sistemas serán trifásicos y bifásicos en los troncales y sistema monofásico y M.R.T. en derivaciones a 22.9 - 13.2 KV y 13.2 KV. (Ver Plano DUL-04.01 y 04.02)

CAPITULO III

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES

3.1. -GENERALIDADES

Las presentes especificaciones técnicas delimitarán las características mínimas que deberán cumplir los materiales y equipos de acuerdo a normas de la DGE/MEM el CNE y que se suministrarán para la línea de subtransmisión y red de distribución primaria proyectada.

Se utilizarán dos tipos de estructuras de posteras y crucetas por razones de seguridad y economía; ante eventualidades de deterioros que pudieran existir.

Tal es así que los circuitos de salidas y de alimentación a las distintas localidades, serán de C.A.C. y para proseguir en el alineamiento como en el cambio de dirección con postes y crucetas de madera tratada.

3.2. -POSTES DE C. A. C.

Los postes serán de concreto armado centrifugado y fabricados según normas del ITINTEC y de la DGE/MEM correspondientes, con las siguientes características que se detallan en el Cuadro 3.1.

+-----+
 CUADRO N° 3.1 :
 +-----+

+-----+ : POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO EN +-----+	
+-----+ ESPECIFICACIONES +-----+	+-----+ ALINEAMIENTO CAMBIO DIRECCION +-----+
Longitud (m)	12 12
Esfuerzo en la punta (Kg)	300 300
Diametro minimo en el vértice (mm)	150 150
Diametro minimo en la base (mm)	330 330
Diametro minimo en el empotramiento (mm)	303 303
Circunferencia minima en el vértice (mm)	471 471
Circunferencia minima en la base (mm)	1037 1037
Circunferencia minima empotramiento (mm)	952 952
Peso (kg)	1190 1190

3.3. -POSTES DE MADERA

Se utilizarán postes de madera tratada, fabricados de acuerdo a las normas de la DGE-15-PD-1, ITINTEC del N° 251-019 al 251-035; siendo de recomendación el uso de Eucaliptus Glubulus Labill por existir plantaciones en stock por la zona; teniendo las siguientes características que se detallan en el Cuadro 3.2 y el Anexo "A".

3.4. -ARMADOS A UTILIZAR

3.4.1. -Armado de Salida Tipo "EA1"

Estarán compuestos de los siguientes elementos:

Dos postes de C.A.C. 12/300/150/330

Tres ángulos o crucetas de Fe. Galv. de 3 1/2 x 2 1/2" x 2.40 m.

Doce pernos ojo de 5/8" Ø x 10" long. con tuercas, arandelas y contra tuercas.

Seis cadenas de 3 aisladores de suspensión con sus respectivos accesorios, clase 52-4 ANSI.

Dos aisladores de porcelana, tipo PIN, clase 55-5 ANSI.

Dos espigas de Fe. Galv. de 3/4" Ø x 8 3/4" long. con cabeza emplomada de 1" Ø y en el otro extremo será roscado, previsto de arandela y tuerca.

Catorce arandelas cuadradas planas de 2

+-----+
 CUADRO N°3.2 :
 +-----+

POSTES DE MADERA TRATADA EN	
ESPECIFICACIONES	CAMBIO DIRECCION
ALINEAMIENTO	D
Longitud (m)	12
CLASE	5
GRUPO	D
Esfuerzo máximo de flexión (Kg)	501-600
Carga de rotura (Kg)	860
Diámetro mínimo en el vértice (mm)	149
Diámetro mínimo en la base (mm)	270
Diámetro mínimo en el empotramiento (mm)	251
Circunferencia mínima en el vértice (mm)	789
Circunferencia mínima en la base (mm)	468
Circunferencia mínima empotramiento (mm)	789
Per (kg)	400

1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø de hueco.
 Doce arandelas cuadradas curva de 2 1/4" x
 2 1/4" x 3/16" Ø de hueco.

Dos cabezas terminales, tripolares de 15/20
 KV, 25 mm² del tipo exterior; compuesto de
 masa compaund y accesorios respectivos.

Seis seccionadores fusibles unipolares,
 tipo cut-out de 27/38 KV, 100 A.

Seis pararrayos unipolares del tipo
 autovalvula 15/20 KV, 3,000 m.s.n.m.

Seis grampas de empalme de Cu. doble vía.

Dos abrazaderas de Fe. Galv. de 15" Ø y
 accesorios para sostén de cajas terminales.

15 mts. de conductor de Cu. cableado,
 forrado del tipo NYV seco, 50 mm² de
 sección.

15 mts. de conductor de Cu. desnudo,
 cableado temple blando, 7 hilos, 16 mm² de
 sección. (Ver Plano EA-PC-C.A.C.05.01)

3.4.2. -Armado de Alineamiento Tipo "EA2"

Doble Terna (Ángulos 0°-5°-10°-15°)

Estarán compuestos de los elementos
 siguientes:

Un poste de C.A.C. 12/300/150/330/

Tres crucetas de C.A.V. 2.40 m. Z/300

Seis cadenas de aisladores, tipo
 suspensión clase 52-4 ANSI con accesorios.

Tres pernos de Fe. Galv. de 5/8" \emptyset x 12" long con tuerca y contratuerca.

Seis pernos ojo de 5/8" \emptyset x 10" de Fe. Galv. con tuercas y contratuercas.

Seis arandelas cuadradas curvas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 3/16" \emptyset de hueco.

Seis arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 3/16" \emptyset de hueco.

Un aislador de porcelana, tipo PIN, clase 55-5 ANSI.

Una espiga de Fe. Galv. de punta de poste de 3/4" \emptyset x 8 3/4" long. con tuerca y arandela. (Ver Plano EA-PC-C.A.C.05.01)

3.4.3.-Armado Cambio Dirección Tipo "EA3"

Doble Terna (Angulos 0°-20°)

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de C.A.C. 12/300/150/330/

Tres crucetas de C.A.V. de 2.40 m. 1/300

Seis cadenas de 3 aisladores, tipo suspensión clase 52-4 ANSI con accesorios.

Seis pernos ojo de 5/8" x 10" long. de Fe. Galv. con tuercas y contratuercas.

Seis arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" \emptyset de hueco.

Seis arandelas cuadradas curvas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" \emptyset de hueco.

Tres pernos de Fe. Galv. de 5/8" Ø x 12" long. con tuerca y contratuerca.

Seis aisladores de porcelana, tipo PIN, clase 56-2 ANSI.

Seis espigas de Fe. Galv. para fijación en cruceta de C.A.V. de 1" Ø x 12" long. con cabeza de funda de plomo de 1 3/8" Ø en un extremo y en el otro será roscado, previsto de tope central con arandela y tuerca.

Un aislador de porcelana, tipo PIN, clase 53-2 ANSI.

Una espiga de Fe. Galv. de punta de poste de 3/4" Ø x 8 3/4" long. con arandela y tuerca.

Dos aisladores de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Dos pernos de Fe. Galv. de 5/8" Ø x 12" long. con tuercas contratuercas. (Ver Plano EA-PC-C.A.C.05.01)

3.4.4. -Armado Cambio Dirección Tipo "EA4"

Angulos 5°-30°

Estarán compuestos de los siguientes elementos:

Un poste de C.A.C. 12/300/150/330/

Una cruceta de C.A.V. 2.40 m. 2/300

Tres cadenas de 3 aisladores, tipo suspensión clase 52-4 ANSI con accesorios.

Tres pernos ojo de 5/8" Ø x 10" long. de

Fe. Galv. con tuercas y contratuercas.

Tres arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16 Ø de hueco.

Tres arandelas cuadradas curvas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16 Ø de hueco.

Tres pernos de Fe. Galv. de 5/8" Ø x 12" long. con tuerca y contratuerca.

Tres aisladores de porcelana, tipo PIN, clase 56-2 ANSI.

Dos espigas de Fe. Galv. de 1" Ø x 12" long. con cabeza de funda de plomo de 1 3/8" Ø en un extremo y en el otro será roscado, previsto de tope central con arandelas y tuercas.

Una espiga de Fe. Galv. de 1" Ø x 12" long. de punta de poste, con cabeza de funda de plomo de 1 3/8" Ø en un extremo y en el otro extremo será roscado con arandelas y tuercas.

Dos arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16 x 13/16 Ø de hueco.

Una palomilla de C.A.V. de 1.50 m. 2/300.

Tres pararrayos unipolares, del tipo autovalvula 15/20 KV, 3,000 m.s.n.m. de trabajo.

Tres seccionadores-fusibles unipolares del tipo cut-out, de 27/30 KV, 100 A

15 mts. de conductor de Cu. desnudo,

cableado, temple blando, 7 hilos 16 mm² sección.

Seis grampas de Cu. de doble vía. (Ver Plano EA-PC-C.A.C.05.01)

3.4.5. -Armado de Alineamiento Tipo "EA5"

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 6 grupo "D".

Una cruceta de madera tratada de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.40 m. de long.

Un perno maquinado de 5/8" Ø x 12" long. con tuerca y contratuerca.

Dos riostras de platina de Fe. Galv. de 2" x 1/4" x 0.90 m. long.

Dos pernos cabeza hongo de 3/8" Ø x 4 1/2" long. con tuerca y arandela.

Un perno tirafón de 1/2" Ø x 4" long. con arandela y tuerca.

Tres aisladores de porcelana, tipo PIN, clase 56-2 ANSI.

Dos espigas de Fe. Galv. de 1" Ø x 12 3/4" long con cabeza emplomada de 1 3/8" Ø.

Una espiga de Fe. Galv. de punta de poste de 1" Ø x 20" long. con cabeza emplomada de 1 3/8" Ø en un extremo.

Dos pernos maquinados de 5/8" Ø x 10" long. con tuerca y contratuerca.

Un aislador de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Un perno simple borde de 5/8" Ø x 12" long. con tuerca y contratuerca.

Cuatro arandelas cuadradas curvas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø de hueco.

Una arandela cuadrada plana de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø de hueco. (Ver Plano EA-PC-MADERA-06.01)

3.4.6. -Armado Cambio Dirección Tipo "EA6"

Angulos 5°-30°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 5 grupo "D".

Dos crucetas de madera tratada de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.40 m. long.

Tres pernos de doble armado de 5/8" Ø x 18" long. con tuercas y contratuercas.

Cuatro riostras de platina de Fe. Galv. de 2" x 1/4" x 0.90 m.

Cuatro pernos cabeza hongo de 3/8" Ø x 4 1/2 long. con arandelas y tuercas.

Dos pernos tirafón de 1/2" Ø x 4" long. con tuerca y contratuerca.

Seis aisladores de porcelana, tipo PIN, clase 56-2 ANSI.

Cuatro espigas de Fe. Galv. de 1" Ø x 12

3/4" long. con cabeza emplomada de 1 3/8" Ø en un extremo y roscado en el otro extremo.
 Dos espigas de Fe. Galv. de punta de poste de 1" Ø x 20" long. con cabeza emplomada de 1 3/8" Ø en un extremo.

Cuatro pernos maquinados de 5/8" Ø x 10" long. con tuercas y contratuercas.

Un aislador de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Un portaislador tipo "U" de Fe. Galv. de 2" x 3/16" para aislador carrete, clase 55-5.

Diez arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø de hueco.

Tres arandelas cuadradas curvas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø de hueco.

(Ver Plano EA-PC-MADERA-06.01)

3.4.7. -Armado Cambio Dirección Tipo "EA7"

Angulos 30°-60°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12m/clase 5 grupo "D"

Tres cadenas de aisladores, tipo suspensión clase 52-4 ANSI, con accesorios.

Tres pernos ojo de 5/8" Ø x 10" long. de Fe. Galv. con tuerca y contratuerca.

Cuatro arandelas cuadradas curvas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø de hueco.

Un aislador de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Un portaislador tipo "U" de Fe. Galv. de 2" x 3/16", para aislador tipo carrete.

Un perno maquinado de Fe. Galv. de 5/8" Ø x 10" long. con tuerca y contratuerca.

(Ver Plano EA-CD-MADERA-07.01)

3.4.8.-Armado de Anclaje Tipo "EA8"

Angulos 0°-5°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada, 12 m. clase 5 grupo "D".

Dos crucetas de madera tratada de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.40 m. long.

Cuatro riostras de platina de Fe. Galv. de 2" x 1/4" x 0.90 m. long.

Cuatro pernos cabeza hongo de 3/8" Ø x 4 1/2" long. con tuerca y contratuerca.

Dos pernos tirafón de 1/2" Ø x 4" long.

Seis cadenas de 3 aisladores, tipo suspensión clase 52-4 ANSI, con sus accesorios.

Tres pernos de doble armado de 5/8" Ø x 18" long. con tuerca y contratuerca.

Siete tuercas ojo de 5/8" Ø con ojo de Fe. Galv. de 1" Ø.

Un perno ojo de 5/8" Ø x 10" long.

Diez arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16 Ø de hueco.

Dos pernos ojo de Fe. Galv. 5/8" Ø x 18" long.

Dos grilletes de anclaje de 5/8" Ø, Fe. Galv.

Un aislador de porcelana, tipo PIN, clase 56-2 ANSI.

Una espiga de Fe. Galv. de punta de poste de 1" Ø x 20" long. con cabeza emplomada de 1 1/8" Ø en un extremo.

Tres pernos de Fe. Galv. de 5/8" Ø x 10" long. con tuerca y contratuerca.

Dos aisladores de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Dos portaisladores tipo "U" de Fe. Galv. de 2" x 3/16" para aislador tipo carrete.

Ocho grampas de Cu. 2 pernos, doble vía.

(Ver Plano EA-PC-MADERA-06.01)

3.4.9. -Armado Cambio Dirección Tipo "EA9"

Angulos 60°-90°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada, 12 m. clase 5 grupo "D".

Seis cadenas de 3 aisladores, tipo suspensión clase 52-4 ANSI, con sus accesorios.

Cuatro grilletes de anclaje 5/8" Ø, Fe. Galv.

Cuatro tuercas ojo de 5/8" Ø de Fe. Galv. de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø hueco.

Dos aisladores de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Dos portaisladores de Fe. Galv. tipo "U" de 2" x 3/16" para aislador tipo carrete.

Dos pernos de Fe. Galv. de 5/8" Ø x 10" long. con tuerca y contratuerca.

Ocho grampas de Cu. 2 pernos, doble vía.
(Ver Plano EA-CD-MADERA-07.01)

3.4.10. -Armado de Derivación Tipo "EA10"

Estarán compuestos de los siguientes elementos:

Un poste de mader tratada de 12 m. clase 6 grupo "D".

Dos crucetas de madera tratada de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.40 m. long.

Dos pernos maquinados de 5/8" Ø x 12" long. con tuerca y contratuerca.

Cuatro riostras de Fe. Galv. de 2" x 1/4" x 0.90 m. long.

Dos pernos tirafón de 1/2" Ø x 4" long.

Cuatro pernos cabeza hongo de Fe. Galv. de 3/8" Ø x 4 1/2" long. con tuerca y contratuerca.

Tres aisladores de porcelana, tipo PIN, clase 56-2 ANSI.

Dos espigas de Fe. Galv. de 1" \emptyset x 12 3/4" long. con cabeza emplomada de 1 3/8" \emptyset .

Una espiga de Fe. Galv. de punta de poste de 1" \emptyset x 20" long. con cabeza emplomada de 1 3/8" \emptyset en un extremo.

Dos pernos maquinados de 5/8" \emptyset x 8" long. con tuerca y contratuerca.

Una cadena de 2 aisladores, tipo suspensión, clase 52-4 ANSI, con accesorios completos.

Una tuerca ojo de Fe. Galv. de 5/8" \emptyset .

Un perno maquinado de 5/8" \emptyset x 12" long. de Fe. Galv. con tuerca y contratuerca.

Un seccionador-fusible unipolar, tipo cut-out de 27/38 KV, 100 A.

Un aislador de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Un perno portaislador de 5/8" \emptyset x 12" long. con tuerca y contratuerca.

Dos grampas de Cu. de doble vía, con dos pernos.

Dos arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16 \emptyset de hueco.

Cinco arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16 \emptyset de hueco.

(ver Plano EA-PC-MADERA-06.01)

3.4.11. -Armado de Alineamiento Tipo "EA11"

Angulos 0°-5°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 6 grupo "D".

Una cruceta de madera tratada de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.40 m. long.

Un perno maquinado de 5/8" Ø x 12" long. de Fe. Galv. con tuerca y contratuerca.

Dos riostras de Fe. Galv. 2" x 1/4" x 0.90 m.- Un perno tirafón de 1/2" Ø x 4" long.

Dos pernos cabeza hongo de Fe. Galv. de 3/8" Ø x 4 1/2" long. con tuerca y contratuerca.

Dos aisladores de porcelana, tipo PIN, clase 56-2 ANSI.

Dos espigas de Fe. Galv. de 1" Ø x 12 3/4" long. con cabeza emplomada.

Un portaislador de Fe. Galv. tipo "U" de 2" x 3/16" para aislador carrete, clase 53-2.

Un aislador de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Un perno portaaislador de 5/8" Ø 12" long. con tuerca y contratuerca.

Dos arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16 Ø de hueco.

Una arandela cuadrada curva de 2 1/4" x 2

1/4" x 3/16" x 13/16 Ø de hueco.

3.4.12. -Armado Cambio Dirección Tipo "EA12"

Angulos de 5°-30°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 5 grupo "D".

Dos crucetas de madera tratada de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.40 m. long.

Tres pernos de doble armado de 5/8" Ø x 18" long. con tuerca y contratuerca.

Cuatro riostras de Fe. Galv. de 2" x 1/4" x 0.90 m. long.

Cuatro pernos cabeza hongo de Fe. Galv. de 3/8" Ø x 4 1/2" long. con tuerca y contratuerca.

Dos pernos tirafón de 1/2" Ø x 4" long.

Cuatro aisladores de Fe. Galv. de 1" Ø x 12" 3/4" long. con cabeza emplomada de 1 3/8" Ø.

Un aislador de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Un portaislador de Fe. Galv. de 5/8" x 10" long. con tuerca y contratuerca.

- Diez arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16 Ø de hueco.

(Ver Plano EA-FC-MADERA-06.01)

3.4.13. -Armado Cambio Dirección Tipo "EA13"

Angulos 30°-60°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 5 grupo "D".

Dos cadenas de 3 aisladores, tipo suspensión clase 52-4 ANSI con sus accesorios completos.

Dos pernos ojo de 5/8" Ø x 10" long. con tuerca y contratuerca.

Un aislador de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Un portaislador de Fe. Galv. tipo "U" de 2" x 3/16" para aislador tipo carrete.

Un perno maquinado de 5/8" Ø x 10" long.

Tres arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16 Ø de hueco.

(Ver Plano EA-CD-MADERA-07.01)

3.4.14. -Armado Cambio Dirección Tipo "EA14"

Angulos 60°-90°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 5 grupo "D".

Cuatro cadenas de aisladores, tipo suspensión clase 52-4 ANSI con accesorios.

Seis pernos ojo de 5/8" Ø x 10" long. con

tuerca y contratuerca.

Dos grilletes de Fe. Galv. de 5/8" Ø.

Dos aisladores de porcelana, tipo PIN, clase 53-2 ANSI.

Dos portaisladores del tipo "U" de Fe. Galv. 2" x 3/16" para aisladores clase 53-2 ANSI.

Dos pernos maquinados de Fe. Galv. de 5/8" Ø x 10" long. con tuerca y contratuerca.

Dos tuercas ojo de Fe. Galv. de 5/8" Ø.

Seis arandelas cuadradas curvas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø de hueco.

Seis grampas de empalme de Cu. doble vía.

(ver Plano EA-CD-MADERA-07.01)

3.4.15. -Armados de Anclaje Tipo "EA15"

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 5 grupo "D".

Dos crucetas de madera tratada de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.40 m. long.

Tres pernos de doble armado de 5/8" Ø x 18" long. con tuerca y contratuerca.

Cuatro riostras de Fe. Galv. de 2" x 1/4" x 0.90 m. long.

Cuatro pernos cabeza hongo de Fe. Galv. de 3/8" Ø x 4 1/2" long.

Dos pernos tirafón de 1/2" Ø x 4" long.

Dos aisladores de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Dos portataisladores de Fe. Galv. tipo "U" de 2" x 3/16" para aisladores clase 53-2 ANSI.

Un perno maquinado de Fe. Galv. de 5/8" Ø x 10" long. con tuerca y contratuerca.

Cuatro cadenas de 3 aisladores, tipo suspensión, clase 52-4 ANSI, con accesorios.

Cuatro tuercas ojo de Fe. Galv. de 5/8" Ø.

Seis arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø de hueco.

(Ver Flano EA-PC-MADERA-06.01)

3.4.16. -Armado de Derivación Tipo "EA16"

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 6 grupo "D".

Dos crucetas de madera tratada de 3 1/2" x 4 1/2" x 2.40 m. long.

Dos pernos maquinados de Fe. Galv. de 2" x 1/4" x 0.90 m. long.

Cuatro pernos cabeza hongo de Fe. Galv. de 3/8" Ø x 4 1/2" long. con tuerca y contratuerca.

Dos pernos tirafón de 1/2" Ø x 4" long.

Cuatro aisladores de porcelana, tipo FIN,

clase 56-2 ANSI.

Cuatro espigas de Fe. Galv. de 1" \emptyset x 12 3/4" long. con cabeza emplomada de 1 3/8" \emptyset .

Dos aisladores de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Dos pernos portaisladores de 5/8" \emptyset x 12" long. para aislador clase 53-2 ANSI.

Seis grampas de Cu. 2 pernos, doble vía.

Dos arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16 x 13/16" \emptyset de hueco.

Dos arandelas cuadradas curva de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" \emptyset de hueco.

(Ver Plano EA-FC-MADERA-06.01)

3.4.17. -Armado de Alineamiento Tipo "EA17"

Angulos de 0°-5°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 6 grupo "D".

Un aislador de porcelana, tipo PIN, clase 56-2 ANSI.

Una espiga de Fe. Galv. de punta de poste de 1" \emptyset x 20" long. con cabeza emplomada de 1 3/8" \emptyset en un extremo.

Dos pernos maquinados de Fe. Galv. de 5/8" \emptyset x 8" long. con tuerca y contratuerca.

Un aislador de porcelana, tipo carrete,

clase 53-2 ANSI.

Un perno portaislador de Fe. Galv. de 5/8" \emptyset x 12" long. para aislador clase 53-2 ANSI.

Tres arandelas cuadradas curva de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" \emptyset de hueco.

(Ver Plano EA-PC-MADERA-06.01)

3.4.18. -Armado Cambio Dirección Tipo "EA18"

Estarán compuestos por los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 6 grupo "D".

Una cadena de 2 aisladores, tipo suspensión, clase 52-4 ANSI con accesorios completos.

Un perno ojo de Fe. Galv. de 5/8" \emptyset x 12" long. con tuerca y contratuerca.

Un aislador de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Un portaislador de Fe. Galv. del tipo "U" de 2" x 3/16" para aislador clase 53-2 ANSI.

Un perno maquinado de Fe. Galv. de 5/8" x 10" long. con tuerca y contratuerca.

Dos arandelas cuadradas curvas de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" x 13/16" \emptyset de hueco.

3.4.19.-Armado de Anclaje Tipo "EA19"

Angulos de 0°-5°

Estarán compuestos de los elementos siguientes:

Un poste de madera tratada de 12 m. clase 5 grupo "D".

Un aislador de porcelana, tipo PIN, clase 56-2 ANSI.

Una espiga de Fe. Galv. de punta de poste de 1" \emptyset x 20" long. con cabeza emplomada de 1 3/8" \emptyset en un extremo.

Dos pernos maquinados de Fe. Galv. de 5/8" \emptyset x 8" long. con tuerca y contratuerca.

Dos cadenas de 2 aisladores, tipo suspensión clase 52-4 ANSI con accesorios completos.

Tres pernos ojo de FE. Galv. de 5/8" \emptyset x 12" long.

Dos grilletes de Fe. Galv. de 5/8" \emptyset .

Tres tuercas ojo de Fe. Galv. de 5/8" \emptyset con ojo de 1" \emptyset .

Dos aisladores de porcelana, tipo carrete, clase 53-2 ANSI.

Dos portaisladores de Fe. Galv. tipo "U" de 2" x 3/16" para aislador clase 53-2 ANSI.

Un perno maquinado Fe. Galv. 5/8" \emptyset x 10" de long.

Dos arandelas cuadradas curvas de 2 1/4" x

2 1/4" x 3/16" x 13/16" Ø de hueco.

(Ver Plano EA-PC-MADERA-06.01, 07.01)

3.5. -AISLADORES Y ACCESORIOS

3.5.1. -Aisladores Tipo PIN

Serán de porcelana, fabricados según normas ANSI C-29.5 - 29.6 y diseñados para ser utilizados en zonas altas, hasta una altitud de los 4,500 m.s.n.m. Las descripciones de las características se dan en el Cuadro 3.3.

3.5.2. -Aisladores Tipo Suspensión

Serán de porcelana, en forma de campana, fabricados según normas ANSI C-29-5 29-6 y diseñados para ser utilizados en zonas altas, hasta una altitud de 4,500 m.s.n.m. La descripción de sus características técnicas se dan en el Cuadro 3.3. y Anexo C.

3.6. -ACCESORIOS Y FERRETERIAS

3.6.1. -Para Aisladores Tipo PIN en Postes de C.A.C.

Se utilizarán los elementos siguientes:

Espigas de Fe. Galv. en caliente para fijación en cruceta de C.A.V. de 1" Ø x 12" long. con cabeza de funda de plomo de 1 3/8" Ø en un extremo y en el otro será roscado, previsto de tope central con arandela y tuerca.

CUADRO N° 3.3

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS DE AISLADORES	
		AISLADOR TIPO PIN	TIPO SUSPENSION
Clase		52-4 ANSI	56-2 ANSI
Dimensiones	Altura (Pulg.) Diámetro (Pulg.)	7 5	5.75 10
Tensión Nominal (Kv)		23	23
Longitud de línea de Fuga (Pulg.)		17	11.5
Tensión de flameo a 60 HZ	En seco (Kv) Bajo lluvia (Kv)	110 70	80 50
Tensión crítica de impulso	Positiva (Kv) Negativa (kv)	175 225	125 130
Resistencia mecánica en voladizo (Kg)		1360	6800
Tensión de perforación (Kv)		145	110
Peso aproximado (kg)		3.5	3.8

Espigas de Fe. Galv. en caliente para fijación en punta de poste de C.A.C.; de 1" \emptyset x 12" long.; con cabeza de funda de plomo de 1 3/8" \emptyset en un extremo y en el otro será roscado, previsto de tope central con arandela y tuerca. (ver Anexo C)

3.6.2.-Para Aisladores Tipo PIN en Postes de Madera

Se utilizarán los elementos siguientes:

Espigas de Fe. Galv. en caliente para fijación en crucetas de madera tratada, de 1" \emptyset x 12 3/4" long. con cabeza de funda de plomo de 1 3/8" \emptyset en un extremo y en el otro será roscado, previsto de tope central con arandela y tuerca.

Espigas de Fe. Galv. en caliente para fijación en punta de poste de madera tratada, de 1" \emptyset x 20" long.; con cabeza de funda de plomo de 1 3/8" \emptyset en un extremo y en el otro será roscado, previsto de tope central. (Ver Anexo C)

3.6.3.-Para Aisladores Tipo Suspensión

Se utilizarán los elementos siguientes:

Grampas de anclaje, tipo pistola para conductor de hasta 25 mm².

Fernos ojo de 5/8" \emptyset x 10" long. de Fe. Galv.

- Pernos ojo de Fe. Galv. de 5/8" Ø.

En su mayoría la ferretería serán de Fe. Galv. y fabricados de una sola pieza de acuerdo a normas de fabricación ASTM - 153 - A - 7. (Ver Anexo C)

3.7. -CONDUCTORES

3.7.1. -En la Línea de Sub Transmisión Primaria

Los conductores serán de cobre electrolítico, desnudo, cableado, 7 hilos, de alta conductibilidad eléctrica, fabricados según normas ASTM - B - 8, DGE - 019, ITINTEC P 370, 223, 225. La descripción de sus características se detallan en el Cuadro 3.4 Para los amarres se utilizarán conductores de cobre electrolítico, desnudo, temple blando, sólido, del calibre N° 10 AWG.

Para las puestas a tierra, se utilizarán conductores de cobre electrolítico, desnudo, temple blando, cableado, de 16 mm² de sección.

3.7.2. -De la Sub Estación a Barras y Circuitos Salidas

Serán conductores de cobre electrolítico de energía concéntrica, cableados, de alta conductibilidad, con cubierta de plomo y

+-----+
 | CUADRO N° 3.4 |
 +-----+

ESPECIFICACIONES		CONDUCTORES DE COBRE DESNUDO SECCION:			C. NKY	
		35 mm ²	25 mm ²	16 mm ²	10 mm ²	3 x 25mm
Temple		duro	duro	duro	duro	Blando
Instalación		exterior	exterior	exterior	exterior	Subterrá
Tensión nominal (Kv)		22.9-13.2	22.9-13.2	22.9-13.2	22.9-13.2	22.9
Carga de rotura (Kg)		1388	992	621	391	---
Resistencia a cc 20 °C (ohm/Km)		0.514	0.73	1.17	1.86	
Número de hilos		7	7	7	7	7
Diámetro de los hilos (mm)		2.52	2.15	1.70	1.35	2.15
Diámetro del cable (mm)		7.56	6.45	5.10	4.05	8.85
Coefficiente de dilatación (1/°C)		0.000017	0.000017	0.000017	0.000017	---
Intensidad admisible (amp)		217	187	137	101	153
Peso (kg/Km)		310	229	143	90	260

aislamiento de papel impregnado, fabricados según normas ASTM - B - 8 , DGE-019, ITINTEC N° 370 - 223. Sus descripciones se detallan en el Cuadro 3.5.

3.8. -TRANSFORMADORES DE SUB ESTACION

Tanto para la subestación elevadora y subestaciones de distribución, los transformadores a utilizar serán en baño de aceite, trifásicos y monofásicos con arrollamiento de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, hermético, con enfriamiento natural, instalación exterior y previstos para operar ante perturbaciones sísmicas y descargas atmosféricas. Las descripciones de sus características principales se ven en el cuadro 3.5

3.9. -EQUIPOS DE PROTECCION PARA SUB ESTACIONES

3.9.1.-Seccionador - Fusible

Los seccionadores fusibles serán unipolares del tipo cut-out, que vendrán equipados con elementos de fijación para palomilla de C.A.V. y palomilla de madera tratada, según diseño del proyecto. (Ver Anexo C)

Tendrá el portafusible un tubo aislante en cuyo interior se instalará el fusible de tipo chicote, lento "K"; previsto de contactor de plata y un ojo para insertar la pèrtiga de cierre y apertura, donde el cierre superior

CIJADRO N° 3.5

ESPECIFICACIONES	TRANSFORMADORES DISTRIBUCION	TRANSF. ELEVADOR
	250KVA ; 100KVA ; 37.5KVA	1.000KVA
Número de fases	3	3
Instalación	exterior exterior exterior	exterior
Tensión nominal secundario (Kv)	22.9-13.2 22.9-13.2 22.9-13.2	22.9-13.2
Tensión nominal primario (Kv)	0.38-0.22 0.38-0.22 0.38-0.22	0.38-0.22
Taps de regulació(%)	+/-2x2.5 +/-2x2.5 +/-2x2.5	+/-2x2.5
Nivel aislamiento básico interior Secundario (Kv)	22.9	22.9
Primario (Kv)	13.2	13.2
Nivel aislamiento básico exterior Secundario (Kv)	13.2	13.2
Primario (Kv)	0.38-0.22 0.38-0.22 0.38-0.22	0.38-0.22
Frecuencia (Hz)	60	60
Grupo de conexión	YD 11 YD 11 YD 11	Dyn 11
Tensión de corto circuito	5 %	2 %
Altura de operación m.s.n.m.	3.000	3.000
Normas de fabricación	INTITEC INTITEC INTITEC	INTITEC
Neutro en 13.2 Kv	Conectado a carcasa y tierra	

será a prueba de aperturas accidentales.

Deberán ser fabricados según normas ANSI C-37.41, IEC 282 - 2 - 1970. (ver Anexo C y Plano ATD-P-11.01)

Características principales

- Tensión nominal (KV)	: 27/38
Corriente nominal (AMP)	: 200
Tensión máxima servicio (KV)	: 27
Capacidad de interrupción	: 10 MVA
Bill (KV)	: 125 KV
- Instalación	: Exterior
Tipo	: Fo BIK3
Marca	Mc GRAW EDISON
- Altura trabajo (m.s.n.m.)	: 3,000

3.9.2. -Pararrayos

Los pararrayos serán unipolares del tipo autoválvula, para operar hasta los 4,000 m.s.n.m.; vendrán equipados con elementos de fijación para palomilla de C.A.V. y cruceta de madera tratada, según diseño del proyecto. Contendrán el explosor y la resistencia de extensión, herméticamente cerrado, serán fabricados según normas ANSI C - 62 - 1, VDE 0675 ; CEI 99 1. La descripción de sus características principales se ven en el Cuadro 3.6., Anexo C y Plano ATD-P-11.01.

3.9.3. -Juego de Puesta a Tierra

Toda posteria en alta tensión y subestación de elevación reducción y de distribución llevarán puestas a tierra para su protección contra los medios atmosféricos.

En la subestación de elevación de 4.16-10 KV/22.9 - 13.2 KV, la puesta a tierra se hará directamente a una malla de cobre de alta conductibilidad eléctrica.

En las subestaciones de reducción y distribución de 13.2/0.440-0.220 KV, la puesta a tierra se hará en forma independiente, concetado a una varilla Cooperweld; siendo las resistencias permisibles máximas a tierra:

Armados de tierra MZ-2 : 25 ohmios

Subestación de reducc-Dist.: 9 ohmios

(Ver Plano ADR-PT-08.01 y Anexo C)

3.10. -CAJA DE DISTRIBUCION

La caja de distribución será de madera prensada de 1000 x 800 x 350 mm x 1" espesor para efecto de lluvia el techo tendrá una inclinación de 15°, reforzado con planchas de Fe. Galv., forrado exteriormente con platina de Fe. Galv. de 1/32" de espesor y protegido con puerta de dos hojas y seguro; compuestos interiormente con los siguientes elementos:

- Juego de barras de Cu. electrolítico de 3 x 25 mm

para sistema de 0.480 0.220 KV, fijados e instalados a aisladores portabarras de 1 KV.

Interruptores termomagnéticos tripolar 440/220 V. de 20A a 50A y/o fusibles tipo NH, provistos de porta fusibles tipo NH hasta 500 V de 20A a 50A.

Contactor electromagnético de 2 x 15A y célula fotoeléctrica con porta fusible tipo "C" de 5A, 60 Hz hasta 500 V.

Medidor de energía activa trifásica de cuatro hilos, sistema 440/220 V. hasta 30 amp. para medición de alumbrado público.

- Accesorios para el conexionado a las salidas de servicio particular y alumbrado público.
- Además provisto de dos abrazaderas de Fe. Galv. del tipo partido de 2" x 1/4" x 10" Ø e ira soldado a la plancha de la caja para su sujeción al poste mediante pernos de Fe. Galv. de 1/2" Ø x 4" long. (ver Plano ATD-P-11.01)

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJES ELECTROMECHANICAS

4.1. -GENERALIDADES

Las prescripciones técnicas de montaje, detallarán en forma objetiva los lineamientos y aspectos, así como las condiciones necesarias para un normal desenvolvimiento al momento de realizarse la ejecución de los trabajos electromecánicos de la línea de subtransmisión a 22.9 - 13.2. KV; velando y estableciendo de esta forma pautas que complementarán con más detalle lo descrito en las especificaciones técnicas de los materiales y equipos eléctricos que se utilizarán o emplearán en la ejecución de la obra en mención del presente estudio y/o proyecto.

4.2. -ALCANCE DE TRABAJOS

El montaje de los trabajos electromecánicos de la línea de subtransmisión comprenderá en si:

- a) Adquisición y transporte de los materiales y equipos eléctricos al lugar u origen de obra.
- b) Supervisión y control de la calidad de los materiales y equipos eléctricos adquiridos antes del montaje.
- c) Trabajos en ferreterías y conexiones de

empalmes según normas del Código Nacional de Electricidad.

- d) Tendidos de las líneas de subtransmisión e instalación de la Subestación Elevadora, según especificaciones técnicas y planos de acuerdo al Código Nacional de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.
- e) Pruebas técnicas, recepción y puesta en servicio las líneas de subtransmisión según normas de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.

4.3. -INSTALACION Y CIMENTACION DE POSTES

En la línea de subtransmisión se cimentarán e instalarán postes de madera tratada y postes de concreto armado centrifugado según descripciones técnicas de materiales.

Durante su transporte y maniobras de instalación se tratará en lo posible de evitar que se produzcan fisuras o deterioros e instalándose en las ubicaciones que aparecen en los planos de recorrido; tratando también de cimentar en lugares que no dificulten el tránsito vehicular como peatonal.

Al término de la cimentación, los postes deberán tener el Alineamiento y la Verticalidad óptima de 90° respecto a la horizontalidad.

Los postes de Anclaje y Cambio de Dirección en la

instalación tendrán una pequeña inclinación en sentido contrario a lo resultante de las fuerzas.

Las excavaciones de los huecos serán de 0.5 x 0.5 x 1.90 m. de profundidad y el relleno para la compactación serán cubiertos con capas de 20 cm. a 30 cm. con tierras y piedras; bañándose en lo posible los postes de madera con capas de brea en caliente las partes que van enterrados.

Para los postes de concreto armado centrifugado se cimentarán con bloque de concreto en la proporción de 1 x 2 x 4 para una profundidad de 0.5 x 0.5 x 2.1 m. con apoyo de piedras de río para mayor seguridad.

4.4. -INSTALACION DE ARMADOS

Los elementos de cada armado se procederá a su instalación de ensamblado en la superficie misma del suelo antes del izamiento y cimentación de los postes, tal es así que:

4.4.1.-Armados con Postes de Madera

Las crucetas, riostras, palomillas, soportes, pernos, espigas, pernos ojo y aisladores de porcelana tipo PIN a excepción de las cadenas vidriadas de suspensión, se instalarán en los postes de madera.

4.4.2.-Armados con Postes de C. A. C.

Los pastorales, crucetas, mensulas,

palomillas y barbotantes de concreto armado, espigas y aisladores del tipo PIN se instalarán embonados y fraguados con mezcla de concreto.

Estos materiales o elementos que constituyen cada uno de los armados, deberán tener la verticalidad necesaria con referencia al eje de los postes de madera y de concreto armado centrifugado; verificándose con antelación el estado de los diferentes elementos que componen estos materiales de ferretería.

Los tipos de Armados a desarrollarse son:

De Alineamiento.

De Anclaje y Cambio de Dirección.

De Derivación.

De Puesta a Tierra.

Antes de los tendidos de los conductores se verificará los ajustes de todos los pernos, evitando de esta manera la contracción y/o resquebrajamiento de los postes de madera por seguridad.

4.5. -INSTALACION DE AISLADORES

El armado e instalción de los aisladores tanto del tipo PIN como de Suspensión se efectuará con mucho cuidado, verificándose que el ajuste entre espiga y aislador sea lo más seguro, que no

presenten defectos de rotura alguna y estén debidamente limpios.

La instalación y el ajuste se efectuará con el poste ya parado o cimentado y deberá tenerse cuidado que al momento del izamiento de los aisladores a su posición no se produzcan golpes que lo puedan dañar.

4.6. -INSTALACION DE RETENIDAS

La implementación y cimentación de las retenidas se instalarán en aquellos lugares en donde existan Anclaje, Cambios de Dirección, Derivaciones, Comienzo y Fin de línea, previo al tendido de los conductores después de haberse instalado el poste y los armados.

Las retenidas estarán constituidas de materiales de ferreterías y accesorios de acuerdo a lo descrito en las especificaciones técnicas y para el anclaje y/o cimentación de la varilla de Fe. Galv. se realizarán excavaciones en la proporción de 0.5 x 0.5 x 1.80 m. profundidad en forma oblicua, colocando posteriormente un bloque de concreto en la proporción de 1 x 3 o 140 Kg/cm², complementándose la compactación con tierra y piedra apisonada y que posteriormente se instalarán todos los elementos del juego de retenida a emplear tanto del Simple como del Braquete.

Luego del secado se procederá al ajuste de las grampas y al templado del cable de acero a fin de

asegurar una debida tensión o tracción mecánica y la verticalidad misma del poste después del tendido de los conductores.

En lo posible se evitará la instalación de retenidas en lugares que interrumpen el tránsito vehicular y/o peatonal y si es posible estos se colocarán en el poste anterior.

4.7. -INSTALACIÓN DE CAJAS TERMINALES

Las recomendaciones indicadas a continuación tiene la intención de establecer pautas que reduzcan posibles fallas anteriores:

Durante el transporte tomar las medidas pertinentes para evitar daños mecánicos causados por vibración.

Acondicionar adecuadamente la zona de trabajo, considerando las medidas de seguridad y facilidad de trabajo por el personal de montaje, para siempre la utilización de carpas apropiadas para el empalme.

Antes de iniciar los cortes y el pelado del cable, conformar con exactitud las dimensiones en que se deberá empalmar, no debe utilizarse gasolina, kerosene, Thinner u otro solvente sobre las fases, es suficiente emplear tocuyo limpio suave y seco.

No fuerce o separe demasiado las fases del cable tripolar, debe dejar que las fases tomen su posición original, respetando los radios de curvatura y separación de seguridad.

Una vez concluido el montaje, efectuar las pruebas

eléctricas respectivas y darle la protección y seguridad recomendada.

Prueba de tensión a frecuencia industrial Ref: 50

Prueba de cortocircuito térmico Ref: CCI-P. 115

4.8. -TENDIDO E INSTALACION DE CONDUCTORES

4.8.1. -Sistema Aéreo

La instalación y tendido de los conductores se manipularán sobre los aisladores y/o cadena de aisladores de porcelana vidriada, evitando de esta manera todo rozamiento con el suelo y que no sufra daños de fisuras por raspaduras y roturas por efectos de dobladuras.

Se evitará en lo posible la realización de empalmes sobre pistas, carreteras o ríos y no más de un (01) empalme por conductor o vano en cada línea o fase; empleándose para los empalmes conectores de cobre de alta conductibilidad eléctrica para la unión entre sí de los conductores y para el amarre del conductor al aislador se utilizarán conductores de temple blando.

El tendido de los conductores se efectuará de acuerdo a la tabla de templado de los cálculos mecánicos, empleándose en lo posible dispositivos de frenado para asegurar la mantención de la tracción suficiente con el

empleo de tirfor metálico.

4.8.2.-Sistema subterráneo

Los cables subterráneos estarán formados por tres conductores de cobre, cableado de alta conductibilidad electrolítica, aislados entre sí por papel y materias textiles envueltas en el vacío, con materiales resinados aislantes y envuelto el conjunto por un tubo de plomo sin costura formado con prensa hidráulica.

La envoltura de plomo está protegida con papel y yute alquitranado, y para poder resistir los esfuerzos mecánicos llevará una armadura exterior metálica, formada por 2 ejes de acero, recubierto de una capa de yute enbetunado, con objeto de aminorar la oxidación de aquellos.

Para la instalación de los cables en el terreno se cubrirá una zona de 0.60 m. de anchura por 0.80 m. de profundidad, en la profundidad se rellenará y extenderá una capa de arena fina de río con un espesor de 0.15 m. posteriormente se asentará y tenderá el cable cubriéndose con otra capa de arena fina y del mismo espesor; luego se colocará hileramente una fila de ladrillos ordinarios del tipo King Kong o del tipo pandereta con su máxima perpendicular al eje longitud de la

zanja con la finalidad de protegerlo de la presencia de otros cables de efectuarse en el futuro otros trabajos de cables subterráneos. Finalmente se rellenará la zanja con tierra cernida de las tierras de excavación y cuando se encuentren asentados por aprisionamiento se procederá a la reposición del concreto o pavimentación para evitar su deterioro.

4.9. -INSTALACION DE LOS EQUIPOS PROTECCION Y DE TRANSFORMACION

Antes del funcionamiento de los transformadores se procederá al montaje y armados de los equipos de protección como son los Seccionadores-Fusibles tipo cut-out y los pararrayos; previa verificación de su correcto funcionamiento y capacidad de intensidad de los fusibles tipo chico "K"; armados que se realizarán en las palomillas de madera y de concreto armado a 1.0 m. por encima del transformador a una altura de 8.70 m. del ras del suelo.

La conexión de la línea primaria a los equipos de protección serán con conductores de Cu. desnudo de 25 mm² de sección y empalmados con grampas de cobre de doble vía desarmables.

Los transformadores se instalarán en Monopostes o en barbotantes (Bipostes) de acuerdo a la capacidad de la potencia del cual varían sus pesos en forma progresiva, tal es así que:

En los Monopostes se instalarán transformadores del tipo Mionofásico de 1 fase y 1 fase con retorno a tierra para capacidades de 10 KVA, 15 KVA, 25 KVA, 37.5 KVA y 50 KVA.

En los postes del tipo Barbotante se instalarán transformadores de mayor capacidad del tipo Bifásico y trifásico de 2 fases y 3 fases con retorno a tierra para las portencias de 80 KVA, 100 KVA y 160 KVA.

Los transformadores se izarán de sus asas extremas de suspensión, evitando que no se produscan golpes mediante tirfor metálico de 1,500 Kg. ó 3,000 Kg; se suspenderán en el poste sujetado por una abrazadera de Fe. Galv. de 130 mm Ø a 150 mm Ø y en el barbotante se colocarán el transformador entre el medio del eje central de la separación de postes y en tablادillos de madera a nivel, siendo sujeta de sus extremos a ambos postes por medio de alambre galvanizado N° 12.

El conexionado al transformador en Alta Tensión se efectuará del Seccionador-Fusible mediante conductores de Cu. desnudo, cableado de 35 mm² de sección y en Baja Tensión el conexionado se realizará con cables del tipo NYY de 3 x 70 mm² sección al tablero de distribución de red secundaria implementados con sus accesorios y circuitos de A.P. y S.P.

4.10. -INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

En donde existan Subestaciones de transformación aéreas o de caseta se instalarán pozas de puesta a tierra con la finalidad de protegerlos de las descargas atmosféricas y magnetismos producidos por nubes cargadas de energía eléctrica.

Toda la ferretería y partes metálicas y el pararrayo se conectarán al conductor de puesta a tierra que estará instalado a una varilla de cobre del tipo cooperweld con su respectivo conector o a una malla soldada de Cu. que estará protegido con capas de sal industrial, carbón vegetal y de arena fina o cernida.

En la subestación elevadora se instalará el conductor neutro a la malla de tierra y de esa manera reducir la tensión de 22.9 KV a 13.9 KV; como en el neutro corrido en baja tensión de 0.440 KV a 0.380 KV/0.230 KV.

4.11. -INSPECCION Y PRUEBAS

Después de la notificación del contratista de que el trabajo de montaje de la línea está concluido, el inspector inspeccionará la sección de obra acabada, a fin de emitir el certificado de proceder con las pruebas y ensayos.

4.11.1. -Inspección de cada estructura

En cada estructura se verificará que los

trabajos siguientes hayan sido llevados a cabo eficientemente:

El relleno, el compactado, el nivelado alrededor de la cimentación, la dispersión de la tierra sobrante hayan sido ejecutadas.

Las partes de la cimentación que sobresalen del nivel del suelo estén apropiadamente formadas y terminadas.

Las estructuras estén correctamente montadas, con las tolerancias máximas prescritas, y conforme a los planos definitivos.

Los pernos y tuercas estén ajustados con arandelas correctamente ajustados, asegurados y pintados.

Los accesorios de las estructuras estén fijados.

La estructura esté libre de cualquier cuerpo extraño u objetos perjudiciales, etc.

Los aisladores estén libres de materias extrañas y todos los discos estén sin daños.

Las cadenas de aisladores estén montados en su correcta posición, en conformidad con las prescripciones de las especificaciones técnicas

Todos los pernos, tuercas y chavetas de seguridad de cada elemento de los dispositivos de suspensión o anclaje estén correctamente asegurados.

4.11.2.-Inspección integral de la línea

Se verificará que a lo largo de toda la línea se cumplan los siguientes requerimientos:

Las distancias mínimas de seguridad sean respetadas.

Los conductores estén limpios, sin averías, libres de barro, ramas, alambres, etc.

Las flechas de los conductores cumplan con los documentos de tendido y regulación.

Todos los embalajes y materiales sobrantes sean retirados del terreno.

4.11.3.-Pruebas de puesta en servicio

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo de acuerdo al siguiente programa:

Determinación de la secuencia de fases.

Medida de la resistencia eléctrica de los conductores de fase.

Medida de la resistencia de tierra de cada soporte.

Medida del aislamiento de fase-tierra y

entre fases.

Medida de la impedancia directa.

Medida de la impedancia homopolar.

Prueba de tensión brusca.

4.11.4. -Inspección final de la obra

Durante la inspección se controlará: para cada sección del tendido y en vanos elegidos por el inspector que las flechas y distancias de seguridad estén conformes con los valores prescritos y dentro de las tolerancias admitidas. A tal fin el contratista proporcionará: los instrumentos topográficos necesarios para efectuar tales controles con la línea bajo tensión.

Se verificará además que las cadenas de suspensión en los tramos rectilíneos no tengan inclinaciones en la dirección de la línea.

4.11.5. -Pruebas de la tomas a tierra

La medición de puesta a tierra sea por el método de punta a punto y se medirá en cada estructura, especialmente las estructuras que tengan transformadores, de acuerdo a las medidas de resistencia halladas, los mayores de 20 ohm deben ser mejorados de acuerdo al diseño, instalando electrodos o enterrando

cables de cobre suave.

Las planillas empleadas para registrar las pruebas de resistencia a tierra contendrán, además de los valores de la resistencia, detalles de la superficie del suelo y las condiciones del terreno durante las pruebas.

4.11.6. -Pruebas de los equipos de subestaciones

Se efectuarán las pruebas con instrumentos y herramientas a todos los equipos y accesorios que conforman las instalaciones según normas DGE Q14-PS-1.

Prueba a los transformadores de potencia.

Prueba a los seccionadores.

Prueba de los pararrayos.

Prueba de calibración de equipos de medición.

Prueba de los tableros.

Prueba de terminales y cables de energía.

Las pruebas deberán cumplirse con los requisitos mínimos exigidos por la Dirección General de Electricidad para la recepción de obras mediante los protocolos de pruebas que se describen y detallan en forma pormenorizada en el Anexo B.

4.11.7. -Pruebas de los materiales eléctricos

Los materiales cumplirán con las

exigencias de las prescripciones de las normas CEI-P-115 (Comité electrotécnico Italiano), IEEE-48 (Instituto de Ingenieros electricistas y Electrónicos); VDE-0278; CEI-20-24, UNE-21-115-75 (Normas Españolas); requiriéndose por tanto los siguientes:

Prueba tensión sostenida a frecuencia industrial.

Prueba tensión de impulso (R.I.L.)

Prueba tensión sostenida a corriente continua.

Prueba de corto circuito técnico.

Prueba de corto circuito dinámico.

Pruebas de envejecimiento.

Pruebas de tracción.

También en la medida de lo posible las pruebas se requerirán a los fabricantes esto de acuerdo a la realidad en donde se va a ejecutar la obra; en razón de estar en forma constante los fabricantes mejorando la confiabilidad de la calificación de su producto con pruebas más eficientes que le permitan proyectar y comprobar la performance de su producto.

CAPITULO V

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

5.1. -CALCULOS ELECTRICOS

A) Criterios generales

Los cálculos eléctricos, se están efectuando de acuerdo al tipo de tendido trifásico, bifásico o monofásico así como de acuerdo al tipo de alimentación ya sea a 22.9-13.2 KV y 13.2 Kv con neutro corrido.

También se está tratando de minimizar los costos de los materiales eléctricos en cada una de los subsistemas que constituyen el sistema de distribución de la línea de transmisión primaria. Las consideraciones son condiciones establecidas por normas de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas y el Código Nacional de Electricidad.

B) Información básica

La alimentación de la energía eléctrica para las cargas indicadas de todas las localidades, está previsto desde la Central Hidráulica Llusita que se encuentra en construcción, la misma que generará y producirá 1,500 Kw a 4.16 KV; el cual mediante transformadores se elevará la tensión de

4.16 KV a 22.9-13.2 KV para el sistema de distribución de la línea de transmisión primaria.

C) Características básicas de diseño

Tipo conductor	:	Cu. desnudo
Número de hilos	:	7
Factor de potencia	:	0.90
Altura trabajo	:	3.000 m.s.n.m.
Instalación	:	Exterior
Ternas	:	Doble y Una
Frecuencia	:	60 Hz.

5.1.1.-Características de los conductores en los ramales I y II

CIRCUITO I

Línea primaria trifásica

La descripción de sus características ver Cuadro 5.1.

CIRCUITO II

En donde existan las mismas distribuciones de las líneas primarias, tanto en el sistema trifásico (3 Ø), bifásico (2 Ø), monofásico y monofásico retorno por tierra (1 Ø), se emplearán las mismas características descritas en el ramal o circuito I por ser de forma similar el tendido de las redes primarias. Ver Cuadro 5.1.

DISPOSICION DE LA LINEA DE TRANSMISION PRIMARIA

DESCRIPCION	LINEAS DE TRANSMISION RAMAL I Y RAMAL II		M.P.T
	TRIFASICO	BIFASICO	
	TRIFASICO	BIFASICO	MONOFASICO
NIVEL DE TENSION	22.9 kv	22.9 kv	22.9 kv
DISPOSICION	TIPO "E" SUSPENDIDO	TIPO "E" ALINEAMIENTO	TIPO "E" ALINEAMIENTO
SISTEMA	TRIFASICO	BIFASICO	MONOFASICO
TERNAS	DOBLE	UNA	UNA
NUMERO DE CONDUCTORES	2 X35 MM2 + 1X25 MM2 NEUTRO CORR.	1 X16 MM2 + 1X10 MM2 NEUTRO CORR.	2 X10 MM2 + 1X10 MM2 NEUTRO CORR.
ALTURA DE TRABAJO	3,000	3,000	3,000

5.1.2. -Disposiciones de la línea de transmisión

Primaria ramales o circuitos I y II

Ramal o circuito I

La descripción de sus disposiciones ver Cuadro 5.2.

5.1.3. -Cálculos de las caídas de tensión

Para los cálculos de caída de tensión emplearemos las siguientes fórmulas de acuerdo al tipo de distribución:

Sistema trifásico:

$$V_{3\phi} = P_{3\phi} \times L \times FCT_{3\phi}$$

Sistema Bifásico:

$$V_{2\phi} = P_{2\phi} \times L \times FCT_{2\phi}$$

Sistema Monofásico:

$$V_{1\phi} = P_{1\phi} \times L \times FCT_{1\phi}$$

Sistema Monofásico retorno por tierra:

$$V_{MRT} = P_{1\phi} \times L \times FCT_{MRT}$$

Donde:

$$FCT = \frac{R_n \cos \theta + X_n \sin \theta}{n V_{f_t} \cos \theta}$$

P = Potencia (KVA)

V_{f_t} = Tensión línea fase-neutra(Kv)

L = Longitud (Km)

R = Resistencia en Ohm/Km

X = Reaxtancia en Ohm/Km

\emptyset = Factor de potencia

FCT = Factor de caída de tensión

n = Número de fases

5.1.4. -Impedancia con retorno por tierra de la línea

Según Carson:

$$Z_n = R_n + \frac{WU_0}{8} + \frac{WU_0}{2} \left(\ln \frac{S}{r_{ext}} + \frac{U_r}{4} \right) \quad (1)$$

Siendo:

$$S = \frac{1.85}{\sqrt{\frac{WU_0}{\rho}}} \longrightarrow (1)$$

Donde:

U_r = Permeabilidad magnética relativa $\cong 1$ (cobre)

W = Frecuencia angular = $2\pi f$

U_0 = Permeabilidad magnética = $4\pi \times 10^{-7}$ mh/m

ρ = Resistividad del suelo (ohm/m)

r_{ext} = Radio externo

f = Frecuencia (Hz)

Reemplazando en la ecuación (1)

$$\delta = \frac{1.85}{\sqrt{\frac{2\pi^2 \times 10^{-7} f}{\delta}}} = \frac{658.3788}{\frac{f^{1/2}}{\delta^{1/2}}}$$

$$658.3788 \frac{\delta^{1/2}}{f^{1/2}}$$

$$\delta = 658.3788 \sqrt{\frac{\rho}{f}}$$

Tambien por Carson:

$$De = \delta = 658 \sqrt{\frac{\rho}{f}} \quad (\text{distancia equivalente en m})$$

$$\frac{Ur}{4} \cong 0$$

$$r_{\text{ext}} = \text{RMG} = \text{Radio medio geométrico (m)}$$

$$r_{\text{ext}} = \text{RMG} = Kr_c = K \frac{\phi_c}{2}$$

Aplicando logaritmos base 10 según Carson y reemplazando valores en la ec. (β)

$$- \bar{Z}_{O1} = R_1 + 0.002964f + J 0.008676f \log_{10} \frac{De}{\text{RMG}_1}$$

$$\bar{Z}_{O1} = \text{Impedancia del conductor por efecto tierra (r/Km)}$$

$$- \bar{Z}_{nn} = 3R_n + 0.002964f + J 0.008676f \log_{10} \frac{De}{\text{RMG}_n}$$

$$Z_{nn} = \text{Impedancia del neutro por efecto tierra (r/Km)}$$

$$- \bar{Z}_{1n} = 0.002964f + J 0.008676f \log_{10} \frac{De}{\text{DMG}_{1n}}$$

$$Z_{1n} = \text{Impedancia entre conductor y neutro por efecto tierra (r/Km)}$$

Tambien:

$$\text{RMG}_1 = \sqrt{r(\text{DMG}_{abc})^2}$$

$$\text{DMG}_{abc} = \sqrt{D_{ab} \times D_{bc} \times D_{ac}}$$

$$DMG_{1n} = \sqrt{D_{an} \times D_{bn} \times D_{cn}}$$

Donde:

RMG_1 = Radio medio geométrico del conductor (m)

DMG_{1n} = Distancia media geométrica entre conductor y el cable neutro (r/Km)

RMG_n = Radio medio geométrico del neutro (m)

$r = k \frac{\phi_c}{2}$ (radio del conductor y número de hilos)

DMG_{abc} = Distancia media geométrica entre conductores.

Por tanto:

Para una terna y 1n; con efecto tierra

según Carson: -

$$\bar{Z}_{00} = \bar{Z}_{01} - \frac{\bar{Z}_{01n}}{\bar{Z}_{0nn}}$$

Ecuación que se emplea para calcular la impedancia equivalente de secuencia cero para la línea sin considerar el conductor que baja a tierra en todo el recorrido de línea neutra.

5.1.5. -Impedancia de línea del sistema M R T

Se tiene que:

$$\bar{Z}_{MRT} = r_c + \pi^2 f \times 10^{-4} + j 2.8937 \times 10^{-3} f \log \frac{De}{RMGC}$$

Donde:

$$De = 658 \sqrt{\frac{\phi}{f}}$$

$$RMG_c = K R_c$$

$$r_c = \text{Resistencia del conductor (Ohm/Km)}$$

$$K = 0.7253 \text{ (Constante para conduct. 7 hilos)}$$

$$R_c = \text{Radio del conductor} = \frac{D}{2}$$

$$\rho = \text{Resistividad del terreno (Ohm} \times \text{m.)}$$

$$f = \text{Frecuencia (Hz)}$$

$$r_c = R_{20^\circ\text{C}} \left[1 + \alpha (t_f - t_{20^\circ\text{C}}) \right]$$

$$\alpha = 0.00382^\circ\text{C}^{-1} \text{ (Para conductor de Cu.)}$$

5.1.6. -Impedancia de línea del sistema monofásico con neutro corrido puesta a tierra

Se tendrá que:

$$\bar{Z}_{10} = \bar{Z}_{11} - \frac{\bar{Z}_{1n}^2}{\bar{Z}_{nn}} + \frac{(1-u)}{L} \bar{Z}_{ng}$$

Donde:

$$\bar{Z}_{11} = r_{c1} + r_e + j 0.0028937 f \log \frac{D_e}{RMG_{c1}}$$

$$\bar{Z}_{nn} = r_{cn} + r_e + j 0.0028937 f \log \frac{D_e}{RMG_{cn}}$$

$$\bar{Z}_{1n} = r_e + j 0.0028937 f \log \frac{D_e}{RMG_{1n}}$$

$$\bar{Z}_{ng} = R_g \times \bar{Z}_{nn} (1-u) \tanh(L)$$

$$u = \frac{\left| \frac{\bar{Z}_{1n}}{L} \right|}{\left| \bar{Z}_{nn} \right|}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{Z}{R_g}}$$

$$R_g = \frac{R}{n} = \frac{\text{Resist. conduct. bajada tierra}}{\text{No puesta a tierra por Km.}}$$

L = Longitud conductor 10 (Km)

Donde:

$$RMG_{cn} = RMG_{c1}$$

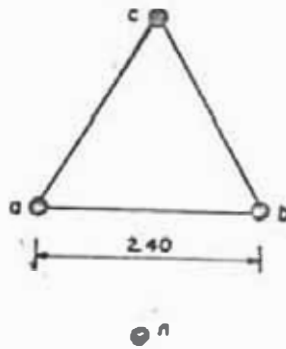
$DMG_{in} = D_{cn}$ (Distancia conductor al neutro)

$$r_e = \frac{w\mu}{8} = \pi^2 \times 10^{-4} f \text{ (resist. frec.)}$$

$$w = 2\pi f$$

$$\mu = 4\pi \times 10^{-4} f \text{ (Permeabilidad magnet.)}$$

5.1.7.-Impedancia de línea del sistema trifásico



Según la ecuación:

$$\bar{Z}_{c0} = r_c + j 0.0028937 f \log \frac{DMG_c}{RMG_c}$$

Donde:

$$RMG_c = K R_c$$

$$DMGc = \sqrt{D_{ab} \times D_{ac} \times D_{bc}}$$

K = Constante que varia de acuerdo al número de hilos del conductor.

R_c = Resistencia del conductor

R_c = Radio del conductor = $\frac{\phi}{2}$

5.1.8. - Impedancia de línea del sistema bifásico

De acuerdo a Bullitin REA 45 - 1, Pág. 10 se tiene que:

$$Z_{20} = Z_{10}$$

5.1.9. - Cálculos numéricos de resistencia e impedancias de las líneas transmisión

A. - Resistencias de los conductores

De acuerdo a la ecuación:

$$r_{c30^{\circ}C} = r_{c20^{\circ}C} \left[1 + \alpha (t_f - t_i) \right]$$

Donde:

$$\alpha = 0.00382 \text{ } ^{\circ}C^{-1}$$

$$t_f = 30 \text{ } ^{\circ}C$$

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

$$r_{c20^{\circ}C} = \text{Valores de acuerdo tabla 5.1}$$

Reemplazando valores del Cuadro 3.4

tendremos el siguiente cuadro:

CUADRO 5.3

Seccion (mm ²)	Número Hilos	Resistencia a 30°C (Ohm/Km)
35	7	0.550246
25	7	0.757886
16	7	1.214694
10	7	1.931052

B.-Impedancia de línea M.R.T.

De acuerdo a la teoría de Carsón, las impedancias propias de los conductores incluyendo el efecto de tierra es:

$$Z_{MRT} = (R_c + 0.000988 f + R_{cc-n}) + j(0.002892 f \log \frac{D_e}{R_{MG}_c} + X_{cc-n})$$

Por ser factores de corrección

$$R_{cc-n} \cong X_{cc-n} \cong 0$$

Se tendrá:

$$Z_{MRT} = R_c + 0.000988 f + j0.002892 f \log \frac{D_e}{R_{MG}_c}$$

Por Carsón:

$$\rho = (10 \text{ a } 1,000) (\eta - m)$$

Por estudios realizados en la ciudad de Ayacucho por la firma SOINCO y la U.O.E. se tiene que entre:

- Los tramos Cobriza - Huanta - Ayacucho se obtuvo un $\rho_{\text{prom}} = 104 \text{ Ohm} \times \text{m}$.
- Los tramos Ayacuhco - Acroco se obtuvo un $\rho_{\text{prom}} = 118.75 \text{ Ohm} \times \text{m}$.

Lo cual es observante que a mayor altura, mayor es la ρ del terreno y a menor altura es menor la ρ del terreno.

Por tanto tomaremos:

$$\rho_{\text{prom}} = 125 \text{ Ohm} \times \text{m}$$

Para 25 mm^2 sección $L_{\text{prom}} = 15.875 \text{ Km}$

Para 35 mm^2 sección $L_{\text{prom}} = 14.000 \text{ Km}$

Para 16 mm^2 sección $L_{\text{prom}} = 8.00 \text{ Km}$

Para 10 mm^2 sección $L_{\text{prom}} = 3.00 \text{ Km}$

Donde:

$$R_c = R_{30^\circ\text{C}} \text{ (Por cada conductor)}$$

$$\text{RMG}_c = K r_c = K \theta/2 \text{ (por cada conduct.)}$$

$$D_e = 658 \sqrt{\frac{\rho}{f}}$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$De = 658 \sqrt{\frac{125}{60}}$$

$$De = 949.741$$

$$0.000988f = 0.000988 \times 60$$

$$= 0.05928 \text{ r/Km}$$

$$0.002892f = 0.002892 \times 60$$

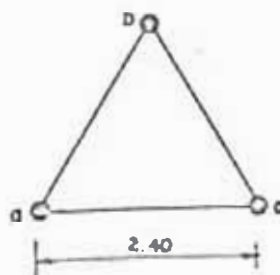
$$= 0.17352 \text{ r/Km}$$

Reemplazando valores en la ecuación tendremos el siguiente cuadro:

CUADRO 5.3.1

Sección (mm ²)	R.M.G. (m)	\bar{Z}_{MRT} (/Km)
35	0.002744	0.609526 + j 0.961165
25	0.002341	0.817166 + j 0.973135
16	0.001851	1.273974 + j 0.990833
10	0.001470	1.990332 + j 1.008201

C.-Impedancia de línea trifásica



Según la teoría de Carsón, las impedancias propias de los conductores, incluyendo el efecto de tierra es:

$$\bar{Z}_{3\phi} = r_c + j 0.002892 f \log \frac{DMGc}{RMGc}$$

Donde:

$$RMGc = K \theta_c / 2 \text{ (Por cada conductor)}$$

$$DMGc = \sqrt[3]{d_{ab} \times d_{bc} \times d_{ac}} \text{ (Del gráfico)}$$

$$= \sqrt[3]{1.562 \times 1.562 \times 2.40}$$

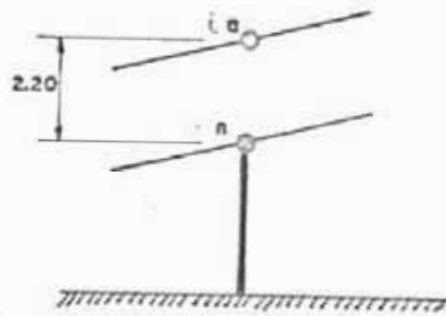
$$DMGc = 1.802427 \text{ m.}$$

Reemplazando valores en la ecuación tendremos el siguiente cuadro:

CUADRO 5.3.2

Sección 2 (mm)	R.M.G. (m)	$\bar{Z}_{3\phi}$ (/Km)
35	0.002744	0.550246 + j 0.4890
25	0.002341	0.757886 + j 0.500973
16	0.001851	1.214694 + j 0.518675
10	0.001470	1.931052 + j 0.536047

D.-Impedancia de línea monofásica con neutro corrido puesta a tierra



De acuerdo a la teoría de Carsón:

$$\bar{Z}_{1\theta} = \bar{Z}_{11} - \frac{\bar{Z}_{1n}^2}{\bar{Z}_{nn}} + \frac{(1-u)}{L} \bar{Z}_{ng}$$

Donde:

$$\bar{Z}_{11} = r_{c1} + 0.000988f + j 0.00289f \log \frac{De}{R_{MG} c1}$$

$$\bar{Z}_{nn} = r_n + 0.000988f + j 0.00289f \log \frac{De}{R_{MG} n}$$

$$\bar{Z}_{1n} = 0.000988f + j 0.00289f \log \frac{De}{R_{MG} 1n}$$

$$\bar{Z}_{ng} = \sqrt{R_g \times \bar{Z}_{nn}} (1-u) \text{ tang } h(\lambda L)$$

$$= \sqrt{R_g \times \left\{ \bar{Z}_{nn} \right\} / \theta (1-u) \text{ tang } h(\lambda L)}$$

$$\bar{Z}_{ng} = \sqrt{\left\{ R_g \times \bar{Z}_{nn} \right\} / \theta / 2 (1-u) \text{ tang } h(\lambda L)}$$

También se sabe que:

$$u = \frac{\left| \bar{Z}_{1n} \right|}{\left| \bar{Z}_{nn} \right|} \quad (\text{Para cada conductor y neutro})$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{2nn}{Rg}}$$

$$Rg = \frac{R}{n} = \frac{\text{Resist. conduct. bajada tierra}}{\text{N}^\circ \text{ de puestas a tierra en Km pt}}$$

En el circuito I el recorrido a la localidad de Cangallo $L_{prom} = 4.2625 \text{ Km.}$

En el circuito II el recorrido a la localidad de Huancapi $L_{prom} = 4.28 \text{ Km.}$

$$R = R_{20^\circ C} \times L_{prom}$$

$$= 1.86 \frac{\text{Km}}{\text{Km}} \times 9.8 \times 10^{-3} \text{ Km.}$$

$$R = 0.018228 . \text{ (para conductor } 10 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Se tomará un:

$$L_{prom} = 15.00 \text{ Km (recorrido de línea 10)}$$

$$DMG_{1n} = d = 2.20 \text{ m}$$

$$De = 949.741$$

$$L_{prom} = 14.00 \text{ (para conductor de } 35 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$L_{prom} = 15.875 \text{ (para conductor de } 25 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$L_{prom} = 8.00 \text{ (para conductor de } 16 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$L_{prom} = 3.00 \text{ (para conductor de } 10 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Por tanto los valores numéricos se muestran en los Cuadros 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7.

Reemplazando valores en la ecuación de la impedancia monofásica tendremos el siguiente cuadro 5.3.3:

CUADRO 5.3.3

Sección (mm ²)	$\bar{Z} = Z \left(\frac{1}{\text{Km}} \right)$
35	0.667466 + j 0.783915
25	0.890271 + j 0.822629
16	1.356558 + j 0.887026
10	2.065521 + j 0.94584

Se tendrá en cuenta que los valores vectoriales de las impedancias de las líneas, de los sistemas: Monofásico retorno por tierra (M.R.T.), Trifásico (30), Monofásico (10) y/o Bifásico (20); representan a los valores de las resistencias (Rc) y reactancias (Xc) de los conductores; los cuales se tomarán para el cálculo de los factores de las caídas de tensión para los sistemas mencionados.

+-----+
 : CUADRO N° 5.4 :
 +-----+

CUADRO DE IMPEDANCIAS DE LINEA TRIFASICA DOBLE TERNA

SECCION (mm ²)	Z ₁₁ =Z _{nn} (Ω/Km)	Z ₁₁ =Z _{nn} (Ω/Km)	Z _{1n} (Ω/Km)	Z _{1n} (Ω/Km)
35	0.609526+j0.961165	1.138138/57.619	0.05928+j0.4572256	0.461082/82.613
25	0.817166+j0.973135	1.270728/49.978	0.05928+j0.4572256	0.461082/82.613
16	1.273974+j0.990833	1.613926/37.874	0.05928+j0.4572256	0.461082/82.613
10	1.990332+j1.008201	2.231118/26.864	0.05928+j0.4572256	0.461082/82.613

CUADRO N° 5.5

SECCION (mm?)	u	R _g (?/Km)	λ^c	λ^{xl}	Z _{ing} (?/Km)	Z _{ing} (?/Km)
35	0.405119	0.004258	16.3498	245.247	0.036286 + j0.019956	0.0414228.809
25	0.262848	0.004258	17.2752	259.128	0.042475 + j0.019806	0.04586725.135
16	0.285689	0.004258	19.4687	292.031	0.056009 + j0.019216	0.05921418.937
10	0.206659	0.004258	22.8906	343.359	0.075209 + j0.017962	0.07732513.432

+-----+
 | CUADRO N° 5.6 |
 +-----+

SECCION; (mm ²)	(Zinc/Znnc) ² (N/Km)	(Zinc/Znnc) ² (N/Km)	((1 -u)/L)*Znnc (N/Km)
35	0.186792/107.607	-0.056502+j0.178041	0.001642/28.809
25	0.167302/115.226	-0.071302+j0.151347	0.00199/25
16	0.131725/127.352	-0.079918+j0.104711	0.002819/18.937
10	0.095286/138.362	-0.071212+j0.063310	0.004089/13.432

0.001438+j0.000791
 0.001803+j0.000841
 0.002666+j0.000911
 0.003977+j0.000941

CUADRO N° 5.7

IMPEDANCIAS DE LAS LINEAS MONOFASICAS CON NEUTRO
CORRIDO MULTIATERRADO

SECCION (mm ²)	Z ₁₁ (Ω/Km)	(Z _{1n}) ² /Z _{nn} (Ω/Km)	((1 -u)/L)*Z _{ngc} (Ω/Km)
35	0.609526+j0.961165	0.056502-j0.178041	0.001438+j0.000791
25	0.817166+j0.973135	0.071302-j0.151342	0.001803+j0.000841
16	1.273974+j0.990833	0.079918-j0.104711	0.002666+j0.000914
10	1.990332+j1.008201	0.071212-j0.063310	0.003977+j0.000949

Los valores finales obtenidos serán los que se muestran en el cuadro 5.7.1

5.1.10. -Cálculo de los factores caída de tensión

Sabemos que:

$$FCT = \frac{R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta}{n V_f \cos \theta}$$

Donde:

R = Resistencia de las impedancias (/Km)

X = Reactancias de las impedancias (/Km)

Cos θ = Factor caída tensión = 0.9

θ = 25.8419°

sen θ = 0.435889

V_f = Tensión de líneas (KV)

n = Número de fases

Por lo tanto reemplazando valores en la ecuación, tendremos el siguiente cuadro de los valores de los factores de caída de tensión, tanto del sistema Monofásico Retorno por tierra (M.R.T.), Trifásico (3 ϕ) Monofásico (1 ϕ) y Bifásico (2 ϕ). Ver Cuadros 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12

+-----+
 ! CUADRO N° 5.7.1 !
 +-----+

VALORES FINALES DE LAS RESISTENCIAS Y RACTANCIAS DE LINEAS MRT. MULTIATERRADO

SECCION:	M.R.T.		Z1Ø = Z2Ø		Z3Ø	
(mm²)	(R/Km)	(X/Km)	(R/Km)	(X/Km)	(R/Km)	(X/Km)
35	0.609526	0.961165	0.667466	0.783915	0.550246	0.489000
25	0.817166	0.973135	0.890271	0.822629	0.757886	0.500973
16	1.273974	0.990833	1.356558	0.888703	1.214694	0.518675
10	1.9903332	1.008201	2.065521	0.945840	1.931052	0.536047

CUADRO N° 5.8

CUADRO DE FACTORES DE CAIDA DE TENSION

SECCION (mm ²)	F.C.T. M.R.T.	F.C.T. MONOF.	F.C.T. BIFASIC.	F.C.T. TRIFASC.
35	0.081442	0.079328	0.039664	0.019875
25	0.097611	0.097627	0.048813	0.025265
16	0.132867	0.135315	0.067656	0.037017
10	0.187774	0.191182	0.095591	0.055319

5.1.11.-Capacidad de subestación elevadora

I.-Parámetros de cálculos

I.1.-Factores de utilización

Factor de simultaneidad (f.s.)

Para cargas domésticas y futuras 0.5

Para cargas especiales y lámparas 1.0

Factor de incidencia (fi)

Para el sistema rural 0.5

Demanda máxima individual (Dmi)

Por ser el sistema del tipo rural tomaremos 600 watts/lote

Factor de potencia (f.p.)

Será del tipo inductivo a 0.9

Número de lotes (NL)

Es la cantidad de familias o propietarios que existen en un poblado.

I.2.-Metodología de cálculo

Se tomará los siguientes criterios:

$$P_{A.P.} = 10\% P_{SP}$$

$$P_{pérd} = 10\% P_{SP}$$

También se tiene:

$$P_{\text{trafo}} = P_{\text{A.P.}} + P_{\text{SP}} + P_{\text{pérd}}$$

Luego:

$$P_{\text{trafo}} = 1.20 P_{\text{SP}} \dots\dots\dots(1)$$

Pero se sabe que:

$$P_{\text{SP}} = P_{\text{D}} + P_{\text{E}} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

$$P_{\text{D}} = N_{\text{L}} \times \frac{D_{\text{mi}}}{L} \times f_{\text{s}} \times f_{\text{i}}$$

$$P_{\text{E}} = (5 \text{ a } 8)\% P_{\text{D}} = 5\% P_{\text{D}}$$

Valor aproximado en todos los proyectos.

Reemplazando en la ecuación (1)

$$P_{\text{trafo}} = 1.26 P_{\text{D}}$$

Por tanto:

$$P_{\text{trafo}} = \frac{1.26 \times N_{\text{L}} \times D_{\text{mi}} \times f_{\text{s}} \times f_{\text{i}}}{\cos \theta \times \text{lote}} \text{ (KVA)}$$

$$P_{\text{trafo}} = 1.26 \times N_{\text{L}} \times \frac{D_{\text{mi}}}{\text{lote}} \times f_{\text{s}} \times f_{\text{i}} \text{ (Kw)}$$

1.3.-Transformadores de distribución

Las potencias de los centros de distribución requeridos para cada localidad se están efectuando de acuerdo a las demandas máximas individuales.

Las potencias obtenidas son en base al número de viviendas que en la actualidad existe por datos del Consejo y Educación, ver Cuadro 5.13

5.2. -CALCULOS MECANICOS

5.2.1. -Cálculo mecánico de conductores

5.2.1.1.-Lineamientos generales

Las líneas de sub transmisión primaria a 22.9 - 13.2 KV; estarán compuestas de troncales trifásicas (3Ø) a:

- Doble terna con neutro corrido en la salida de la alimentación desde la Central Hidráulica.
- Simple terna con neutro corrido como derivación y alimentación de los circuitos I y II.

Estas líneas de doble terna y simple terna estarán conformados por conductores de Cu. electrolítico de alta conductibilidad, desnudo cableado de 35 mm² y 25 mm² sección. Asimismo las líneas primaria a 13.2 KV de los sistemas bifásico (2Ø), Monofásico(1Ø) y Monofásico de retorno por tierra (M.R.T.), estarán constituidos por conductores de Cu. electrolítico, desnudo, cableado de 16 mm² y 10 mm² de sección; de acuerdo a normas ASTM B - 8, DGE - 019, ITINTEC P - 370, 223, 225.

5.2.1.2.-Criterios de cálculo

Se están considerando las prescripciones

del Código Nacional de Electricidad y Normas de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, así como de las consideraciones ambientales de la zona, aplicando los criterios siguientes:

A.-Hipótesis o estado de carga

Se han tomado en cuenta tres hipótesis: la de máximo esfuerzo, la de estado normal y la de máxima temperatura de acuerdo a las prescripciones del Código Nacional de Electricidad (C.N.E.)

Hipótesis I (De máximo esfuerzo)

- Temperatura mínima : -10 °C
- Presión del viento : 34 Kg/m²
- Coeficiente de seguridad : 2.5 a 5
- Manguito de hielo : 0

Hipótesis II (Condiciones de templado)

- Temperatura media : 18 °C
- Presión del viento : 0
- Manguito de hielo : 0

Hipótesis III (De máxima flecha)

- Temperatura máxima : 40 °C
- Presión del viento : 0
- Manguito de hielo : 0

B.-Cambio de estado generalizado

Se tomarán en cuenta los cálculos mecánicos de los conductores, mediante las ecuaciones: De cambio de estado y la aproximada de la flecha.

Ecuación del cambio de estado

$$\frac{\sigma_2}{E} - \frac{(\omega d)^2}{24 S^2} - \cos^3 \theta + \alpha t_2 \cos \theta + \epsilon_2 =$$

$$\frac{\sigma_1}{E} - \frac{(\omega d)^2}{24 S^2} - \cos^3 \theta + \alpha t_1 \cos \theta + \epsilon_1$$

Desarrollando:

$$\sigma_2 - \sigma_1 + \alpha E(t_2 - t_1) \cos \theta + E(\epsilon_2 - \epsilon_1)$$

$$= \frac{E(\omega d)^2}{24 S^2} \cos^3 \theta - \frac{E(\omega d)^2}{24 S^2} \cos^3 \theta$$

Considerando:

$$\epsilon_2 = \epsilon_1 \cong 0$$

$$\cos \theta \cong \cos \left(\text{tang}^{-1} \frac{h}{d} \right) \cong 1$$

$$\frac{1}{2} \left[(\sigma_2 - \sigma_1) + \alpha E(t_2 - t_1) + \frac{E(\omega_1 d)^2}{24 S^2} \right]$$

$$= \frac{E(\omega d)^2}{24 S^2}$$

Donde:

σ_2 y σ_1 = Esfuerzos unitarios para las condiciones finales e iniciales (Kg/mm²)

ω_2 y ω_1 = Cargas unitarias del conductor para las condiciones finales e iniciales (Kg/mm²)

T_2 y T_1 = Temperaturas del estado final e inicial (°C)

d = Vano promedio (m)

S = Sección del conductor (mm²)

E = Módulo de elasticidad

σ = 12,650 Kg/mm²

α = Coeficiente de dilatación lineal
= $17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

h = Desnivel de apoyos = 0.2 m.

Ecuación de flecha aproximada

Se tendrá la siguiente:

$$f = \frac{\omega d^2}{8 \text{ Trup}} \left[1 + \left(\frac{h}{d} \right)^2 \right]$$

$$f = \frac{\omega \times d^2}{8 \text{ rup} \times S}$$

Donde:

Trup = Esfuerzo ruptura (Kg/mm²)

ω = Carga unitaria (Kg/m)

d = Vano promedio (m)

S = Sección del conductor (mm²)

C.-Otras ecuaciones a utilizar

Se tendrá las siguientes ecuaciones:

Del esfuerzo máximo admisible

$$\text{máx.} = \frac{r_{up}}{\text{Coef seg}}$$

$$r_{up} = \frac{T_{orup}}{S}$$

Fuerza del viento sobre conductor

$$F_{vc} = P_v (\emptyset + 2h) = \frac{P_v (\emptyset + 2h)}{1000}$$

$$F_{vc} = \text{En Kg/m.}$$

Donde:

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

$$\emptyset = \text{Diámetro del conductor (m)}$$

$$h = \text{Espesor del manguito hielo (m)}$$

Peso manguito de hielo

$$P_h = 0.0029 (h^2 + h \emptyset)$$

Carga resultante sobre el conductor

$$W = \sqrt{(W_c + P_h)^2 + (F_{vc})^2}$$

Considerando:

$$h = 0$$

$$P_h = 0$$

Por lo tanto:

$$W = \sqrt{(Wc)^2 + \left(\frac{Pv \theta}{1000}\right)^2}$$

Reemplazando valores de acuerdo a consideraciones de tablas de los conductores y con un factor del coeficiente de seguridad = 5, obtendremos las siguientes TABLAS de esfuerzos 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4.

Las TABLAS de templado para diferentes valores de temperaturas se muestran en las tablas 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8.

ELECTRO - CENTRO S.A.
UNIDAD DE INGENIERIA

FECHA... AGOSTO 92

LOCALIDAD : P.S.E. LLUSITA (AYACUCHO)

NIVEL TENSION : 13.2-22.9KV

CONDUCTOR..CORRE

CALIBRE....35 MM2

TIRO DE ROTURA 1534 KG

SECCION.... 35 MM2

DIAMETRO... 7.56 MM

VANO BASICO 100 M

PESO CONDUCTOR .31

KG/M

COEFICIENTE DE SEGURIDAD 5

COEFICIENTE DE DILATAION .000017 1/OC

MODULO DE ELASTICIDAD 12650

KG/MM2

CALCULO DE ESFUERZOS Y FLECHAS EN CONDUCTORES

PAGINA : 1

CONDICION INICIAL HIPOTESIS 1

.....

-----	HIPOTESIS 1	HIPOTESIS 2	HIPOTESIS 3	HIPOTESIS 4
TEMP. : °C	18.000	-10.000	18.000	40.000
VEL.VIE. : Km/Hr	0.000	34.000	0.000	0.000
ESP.H. : mm.	0.000	0.000	0.000	0.000
PESO : (Kg/M)	0.310	0.312	0.310	0.310

.....

VANO M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M
50	8.77	0.32	13.98	0.20	8.77	0.32	5.78	0.48
60	8.77	0.45	13.66	0.29	8.77	0.45	6.10	0.65
70	8.77	0.62	13.31	0.41	8.77	0.62	6.38	0.85
80	8.77	0.81	12.94	0.55	8.77	0.81	6.62	1.07
90	8.77	1.02	12.58	0.72	8.77	1.02	6.84	1.31
100	8.77	1.26	12.22	0.91	8.77	1.26	7.03	1.58
110	8.77	1.53	11.87	1.14	8.77	1.53	7.19	1.86
120	8.77	1.82	11.56	1.39	8.77	1.82	7.34	2.17
130	8.77	2.13	11.27	1.67	8.77	2.13	7.47	2.51
140	8.77	2.48	11.01	1.98	8.77	2.48	7.58	2.86
150	8.77	2.84	10.79	2.33	8.77	2.84	7.68	3.24
160	8.77	3.23	10.59	2.70	8.77	3.23	7.77	3.65
170	8.77	3.65	10.41	3.09	8.77	3.65	7.85	4.07
180	8.77	4.09	10.26	3.52	8.77	4.09	7.93	4.53
190	8.77	4.56	10.13	3.97	8.77	4.56	7.99	5.00
200	8.77	5.05	10.01	4.46	8.77	5.05	8.05	5.50
210	8.77	5.57	9.90	4.96	8.77	5.57	8.10	6.03
220	8.77	6.11	9.81	5.50	8.77	6.11	8.15	6.58
230	8.77	6.68	9.73	6.06	8.77	6.68	8.19	7.15
240	8.77	7.28	9.66	6.65	8.77	7.28	8.23	7.75
250	8.77	7.89	9.60	7.26	8.77	7.89	8.26	8.38
260	8.77	8.54	9.54	7.90	8.77	8.54	8.29	9.02
270	8.77	9.21	9.49	8.56	8.77	9.21	8.32	9.70
280	8.77	9.90	9.45	9.25	8.77	9.90	8.35	10.40
290	8.77	10.62	9.40	9.97	8.77	10.62	8.37	11.12
300	8.77	11.37	9.37	10.71	8.77	11.37	8.40	11.87

ELECTRO - CENTRO S.A.
UNIDAD DE INGENIERIA

FECHA... AGOSTO 92

LOCALIDAD : P.S.E. LLUSITA (AYACUCHO)
NIVEL TENSION : 13.2-22.9KV "TABLA 5.2"
CONDUCTOR..COBRE
CALIBRE....25 MM2 TIRO DE ROTURA 977 KG
SECCION... 25 MM2
DIAMETRO... 6.42 MM VANO BASICO 100 M
PESO CONDUCTOR .224 KG/M
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 5 COEFICIENTE DE DILATAACION .000017 1/OC
MODULO DE ELASTICIDAD 12650 KG/MM2

CALCULO DE ESFUERZOS Y FLECHAS EN CONDUCTORES

PAGINA : 1

CONDICION INICIAL HIPOTESIS 1

.....

	HIPOTESIS 1	HIPOTESIS 2	HIPOTESIS 3	HIPOTESIS 4
TEMP. : °C	18.000	-10.000	18.000	40.000
VEL.VIE. : Km/Hr	0.000	34.000	0.000	0.000
ESP.H. : mm.	0.000	0.000	0.000	0.000
PESD : (Kg/M)	0.224	0.226	0.224	0.224

.....

VANO M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M
50	7.82	0.36	12.77	0.22	7.82	0.36	5.23	0.54
60	7.82	0.52	12.36	0.33	7.82	0.52	5.55	0.73
70	7.82	0.70	11.93	0.46	7.82	0.70	5.82	0.94
80	7.82	0.92	11.49	0.63	7.82	0.92	6.05	1.16
90	7.82	1.16	11.06	0.83	7.82	1.16	6.25	1.45
100	7.82	1.43	10.69	1.06	7.82	1.43	6.42	1.74
110	7.82	1.73	10.34	1.32	7.82	1.73	6.57	2.06
120	7.82	2.06	10.03	1.62	7.82	2.06	6.70	2.41
130	7.82	2.42	9.77	1.96	7.82	2.42	6.81	2.78
140	7.82	2.81	9.54	2.32	7.82	2.81	6.90	3.18
150	7.82	3.22	9.35	2.72	7.82	3.22	6.99	3.61
160	7.82	3.67	9.19	3.15	7.82	3.67	7.06	4.06
170	7.82	4.14	9.05	3.61	7.82	4.14	7.13	4.54
180	7.82	4.64	8.93	4.10	7.82	4.64	7.19	5.05
190	7.82	5.17	8.83	4.63	7.82	5.17	7.24	5.59
200	7.82	5.73	8.74	5.18	7.82	5.73	7.28	6.15
210	7.82	6.32	8.66	5.76	7.82	6.32	7.32	6.74
220	7.82	6.94	8.59	6.37	7.82	6.94	7.36	7.36
230	7.82	7.58	8.53	7.01	7.82	7.58	7.39	8.01
240	7.82	8.25	8.48	7.68	7.82	8.25	7.42	8.69
250	7.82	8.96	8.44	8.38	7.82	8.96	7.45	9.40
260	7.82	9.69	8.39	9.11	7.82	9.69	7.47	10.13
270	7.82	10.45	8.36	9.86	7.82	10.45	7.50	10.89
280	7.82	11.23	8.33	10.65	7.82	11.23	7.52	11.68
290	7.82	12.05	8.30	11.46	7.82	12.05	7.53	12.50
300	7.82	12.90	8.27	12.31	7.82	12.90	7.55	13.35

ELECTRO - CENTRO S.A.

UNIDAD DE INGENIERIA

FECHA...AGOSTO 92

LOCALIDAD : P.S.E LLUSITA (AVACUCHO)
 NIVEL TENSION : 13.2-22.9KV "TABLA 5.3"
 CONDUCTOR..COBRE
 CALIBRE....16 MM2 TIRO DE ROTURA 619 KG
 SECCION.... 16 MM2
 DIAMETRO... 5.1 MM VANO BASICO 80 M
 PESO CONDUCTOR .141 KG/M
 COEFICIENTE DE SEGURIDAD 4 COEFICIENTE DE DILATACION .000017 1/OC
 MODULO DE ELASTICIDAD 12650 KG/MM2

CALCULO DE ESFUERZOS Y FLECHAS EN CONDUCTORES

PASINA : 1

CONDICION INICIAL HIPOTESIS 1

```

.....
.....
-----

```

	HIPOTESIS 1	HIPOTESIS 2	HIPOTESIS 3	HIPOTESIS 4
TEMP. : °C	18.000	-10.000	18.000	40.000
VEL.VIE. : Km/Hr	0.000	34.000	0.000	0.000
ESP.H. : mm.	0.000	0.000	0.000	0.000
PESO : (Kg/M)	0.141	0.143	0.141	0.141

```

.....
.....

```

VANO M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M
50	9.67	0.28	15.06	0.19	9.67	0.28	6.37	0.43
55	9.67	0.34	14.94	0.23	9.67	0.34	6.53	0.51
60	9.67	0.41	14.81	0.27	9.67	0.41	6.67	0.59
65	9.67	0.48	14.67	0.32	9.67	0.48	6.82	0.68
70	9.67	0.56	14.53	0.38	9.67	0.56	6.95	0.78
75	9.67	0.64	14.38	0.44	9.67	0.64	7.08	0.88
80	9.67	0.73	14.23	0.50	9.67	0.73	7.20	0.98
85	9.67	0.82	14.07	0.57	9.67	0.82	7.31	1.09
90	9.67	0.92	13.91	0.65	9.67	0.92	7.42	1.20
95	9.67	1.03	13.76	0.73	9.67	1.03	7.52	1.32
100	9.67	1.14	13.60	0.82	9.67	1.14	7.62	1.45
105	9.67	1.26	13.44	0.92	9.67	1.26	7.71	1.58
110	9.67	1.38	13.29	1.02	9.67	1.38	7.80	1.71
115	9.67	1.51	13.14	1.13	9.67	1.51	7.88	1.85
120	9.67	1.64	12.99	1.24	9.67	1.64	7.95	1.99
125	9.67	1.78	12.85	1.36	9.67	1.78	8.03	2.14
130	9.67	1.92	12.71	1.49	9.67	1.92	8.10	2.30
135	9.67	2.08	12.58	1.62	9.67	2.08	8.16	2.46
140	9.67	2.23	12.45	1.76	9.67	2.23	8.22	2.63
145	9.67	2.39	12.33	1.91	9.67	2.39	8.28	2.80
150	9.67	2.56	12.21	2.06	9.67	2.56	8.34	2.97

ELECTRO - CENTRO S.A.

UNIDAD DE INGENIERIA

FECHA...AGOSTO 92

LOCALIDAD : P.S.E LLUSITA (AYACUCHO)

NIVEL TENSION : 13.2-22.9KV "TABLA 5.3"

CONDUCTOR..COBRE

CALIBRE....10 MM2 TIRO DE ROTURA 392 KG

SECCION.... 10 MM2

DIAMETRO... 4.05 MM VANO BASICO 80 M

PESO CONDUCTOR .089 KG/M

COEFICIENTE DE SEGURIDAD 4 COEFICIENTE DE DILATAION .000017 1/OC

MODULO DE ELASTICIDAD 12650 KG/MM2

CALCULO DE ESFUERZOS Y FLECHAS EN CONDUCTORES

PAGINA : 1

CONDICION INICIAL HIPOTESIS 1

	HIPOTESIS 1	HIPOTESIS 2	HIPOTESIS 3	HIPOTESIS 4
TEMP. : °C	18.000	-10.000	18.000	40.000
VEL.VIE. : Km/Hr	0.000	34.000	0.000	0.000
ESP.H. : mm.	0.000	0.000	0.000	0.000
PESO : (Kg/M)	0.089	0.091	0.089	0.089

VANO M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M	ESF. KG/MM2	FLECHA M
50	9.80	0.28	15.21	0.19	9.80	0.28	6.47	0.43
55	9.80	0.34	15.09	0.23	9.80	0.34	6.63	0.51
60	9.80	0.41	14.96	0.27	9.80	0.41	6.78	0.59
65	9.80	0.48	14.83	0.32	9.80	0.48	6.92	0.68
70	9.80	0.56	14.69	0.38	9.80	0.56	7.05	0.77
75	9.80	0.64	14.54	0.44	9.80	0.64	7.18	0.87
80	9.80	0.73	14.39	0.51	9.80	0.73	7.30	0.98
85	9.80	0.82	14.24	0.58	9.80	0.82	7.41	1.08
90	9.80	0.92	14.09	0.66	9.80	0.92	7.52	1.20
95	9.80	1.02	13.93	0.74	9.80	1.02	7.63	1.32
100	9.80	1.14	13.78	0.83	9.80	1.14	7.72	1.44
105	9.80	1.25	13.63	0.92	9.80	1.25	7.81	1.57
110	9.80	1.37	13.48	1.02	9.80	1.37	7.90	1.70
115	9.80	1.50	13.33	1.13	9.80	1.50	7.98	1.84
120	9.80	1.63	13.19	1.24	9.80	1.63	8.06	1.99
125	9.80	1.77	13.05	1.36	9.80	1.77	8.13	2.14
130	9.80	1.92	12.91	1.49	9.80	1.92	8.20	2.29
135	9.80	2.07	12.78	1.62	9.80	2.07	8.27	2.45
140	9.80	2.23	12.66	1.76	9.80	2.23	8.33	2.62
145	9.80	2.39	12.54	1.91	9.80	2.39	8.39	2.79
150	9.80	2.55	12.42	2.06	9.80	2.55	8.45	2.96
155	9.80	2.73	12.31	2.22	9.80	2.73	8.50	3.14
160	9.80	2.91	12.21	2.39	9.80	2.91	8.55	3.33

5.2.2.-Cálculo mecánico de postes

5.2.2.1.-Criterio de cálculo

Se tomará en cuenta la hipótesis III y prescripciones del Código Nacional de Electricidad, para la selección de las posteriores tanto para la doble terna y ternas simples que se van a utilizar en la distribución de las líneas de sub transmisión a 22.9 - 13.2 KV.

5.2.2.2.-Tipos, dimensiones y distancias de las posteriores normalizadas

A.-Postes de concreto armado

CUADRO 5.14

LONG. (m)	CARGAS TRABAJO	Ø VERTICE (mm)	Ø BASE (mm)	PESO (Kg)
11	300	120	285	828
	400	150	315	950
12	300	150	330	1190
	400	160	340	1250
13	300	150	345	1416
	400	180	375	1470

+-----+
 | CUADRO N° 5.15 |
 +-----+

POSTES DE MADERA TRATADA . TIPO EUCALIPTO

	8m	11m	12m
LONGITUD TOTAL	8m	11m	12m
LONGITUD EMPOTRAM	1.40m	1.70m	1.80m
CLASE GRUPO CIRCUNFERENCIAS MINIMAS EN LA SECCION DE EMPOTRAMIENTO Y EN LA PUNTA			
5	C 660	740 450	760 450
	D 700	790 470	810 470
6	C 610	680 380	710 380
	D 630	730 400	750 400
7	C 570	640 360	660 360
	D 600	680 380	700 380

Las clases, grupos y alturas de postes que se consideran en la tabla 5.15, son los que mayormente se encuentran en el mercado y en la producción nacional.

C.-Distancias mínimas sobre la superficie del terreno

Tabla II.- XX - C.N.E..- Tomo IV

CUADROS 5.16

TENSION	DISPOSI CION	CARRE TERAS AVENI DAS(m)	CALLES Y CAMINOS	AREAS NO TRANSITA BLES POR VEHIC(m)
a	A1 cruce	7.00	6.00	4.50
15	A1o largo	6.00	5.50	4.50
15	A1 cruce	7.00	7.00	5.00
a 30	1o largo	6.50	6.00	5.00

5.2.2.3.-Selección longitud del poste

A.-Doble terna.-(Sistema Trifásico)

Vanos promedios (m)	70	80	90
Flechas máximas (m)	0.78	0.98	1.21
Distancias mínimas del conductor al suelo (m)	7.00	7.00	7.00
Longitud de (m) empotramiento	1.90	1.90	1.90
Distancias de la cruceca tercera al vértice del poste (m)	3.00	3.00	3.00

Entonces tendremos: (Ver figura 4)

$$1.-L_{70} = 0.782 + 7.00 + 1.90 + 3.00$$

$$L_{70} = 12.682 \text{ m.}$$

$$2.-L_{80} = 0.986 + 7.00 + 1.90 + 3.00$$

$$L_{80} = 12.886 \text{ m.}$$

$$3.-L_{90} = 1.211 + 7.00 + 1.90 + 3.00$$

$$L_{90} = 13.111$$

De acuerdo a las longitudes obtenidas, seleccionaremos postes de concreto armado centrifugado de 13 m. 400 Kg, 180 y 375 mm de ϕ .

B.- Terna simple.-(Sistema Trifásico, Mono-

fásico. Bifásico)

Vanos promedios(m)	150	160
Flechas máximas(m)	2.9984	3.3706
Distancias mínimas del conductor al suelo (m)	5.50	5.50
Longitud del empotramiento (m)	1.80	1.80
Distancia de la cruceca al vér- tice del poste (m)	1.00	1.00

Entonces tendremos: (Ver figura 5)

$$1.-L_{50} = 2.9984 + 5.50 + 1.80 + 1.00$$

$$L_{150} = 11.2984 \text{ m}$$

$$2.-L_{160} = 3.3706 + 5.50 + 1.80 + 1.00$$

$$L_{160} = 11.6706 \text{ m.}$$

De acuerdo a las longitudes obtenidas, seleccionaremos postes de madera tratada de 12 m., clase 6, grupo "D"

C.-Simple terna.-(Sistema M.R.T.)

Vanos promedios(m)	80	90	100
Flechas máximas(m)	0.98	1.21	1.45
Distancias míni- mas del conductor			

al suelo	(m)	7.00	7.00	7.00
- Longitud del empotramiento	(m)	1.80	1.80	1.80
- Longitud del PIN por encima del vértice	(m)	0.30	0.30	0.30

Entonces tendremos: (Ver figura 6)

$$1.-L_{80} = 0.986 + 7.00 + 1.80 + 0.30$$

$$L_{80} = 10.086 \text{ m.}$$

$$2.-L_{90} = 1.211 + 7.00 + 1.80 + 0.30$$

$$L_{90} = 10.311 \text{ m.}$$

$$3.-L_{100} = 1.457 + 7.00 + 1.80 + 0.30$$

$$L_{100} = 10.557 \text{ m.}$$

De acuerdo a las longitudes obtenidas seleccionaremos postes de madera tratada de 11 m., clase 7 grupo "D"

5.2.2.4.-Cálculo de los esfuerzos sobre el poste

A.-Definición de parámetros

F_p = Fuerza en el vértice del poste(Kg)

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

F_{vc} = Fuerza del viento sobre los conduc-

tores (Kg)

T_c = Tracción de los conductores (Kg)

T_o = Tiro horizontal del conductor (Kg)

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

d = Diámetro de la sección de empotramiento (mm)

d_o = Diámetro de la sección al nivel de tierra (mm)

d_b = Diámetro en la base del poste (mm)

d_v = Diámetro en el vértice del poste en (mm)

M_{vp} = Momento flector debido al viento sobre el poste (Kg - m)

M_c = Momento flector debido al viento sobre los conductores y la tracción de los conductores (Kg-m)

R_c = Esfuerzo debido a cargas verticales (Kg/Cm²)

R_v = Esfuerzo en la línea de empotramiento debido a la acción del viento (Kg/Cm²)

H = Altura del poste (m)

h = Altura libre del poste (m)

h_e = Altura de empotramiento (m)

B.-Definición de ecuaciones

Cálculo del diámetro de sección

$$d = \frac{(d - d_v)}{H} \times h \quad d_v$$

Cálculo de la fuerza del viento sobre el poste

$$F_{vp} = \frac{(d + d_v)}{2} \times P_v \times h$$

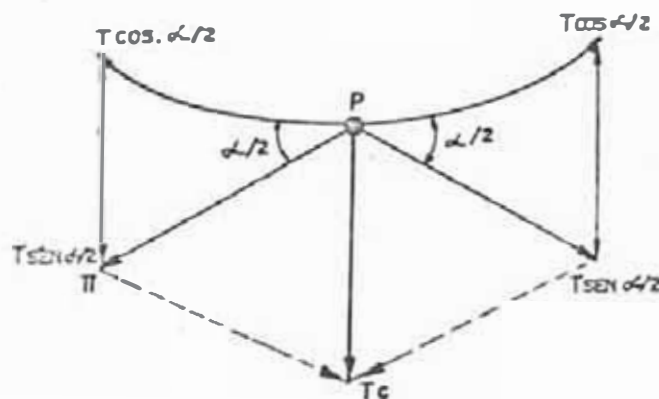
Cálculo de la distancia de aplicación

$$Z = \frac{(d + 2d_v)}{(d + d_v)} \times \frac{h}{3}$$

Cálculo del momento flector debido al viento sobre el poste

$$M_{vp} = Z \times F_{vp}$$

C.-Cálculo de tracción de conductores y vientos sobre el poste



Tracción de conductores

$$T_c = 2 T \text{ sen } \alpha/2$$

Fuerza del viento sobre los conductores

$$F_{vc} = \frac{\emptyset}{1000} \times E \times D \times P_v \text{ cos } \alpha/2$$

Fuerza sobre los conductores

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

Donde:

T = Tiro horizontal del conductor

D = Vano básico (m)

\emptyset_E = Diámetro del conductor (mm)

Ver Cuadro 5.17 Resumen de Resultados

5.2.2.5.-Definición de ecuaciones de Mo-
mentos Torsor Momento Flector
debido al viento sobre el poste

$$M_T = M_{vp} + M_c$$

Esfuerzo en la línea de empotra-
miento debido al viento

$$R_v = \frac{M_T + M_T}{3.13 \times 10^{-5} C^3}$$

$$R_v = \frac{M_{vp} + M_c}{3.13 \times 10^{-5} C^3}$$

Donde:

C = Circunferencia en el empotra-
 miento al nivel del suelo (Cm)

CUADRO Nro 5.17

CUADRO DE RESULTADOS

FASE	SISTEMA	d(m)	F _{vp} (kg)	Z (m)	M _{vp} (kg-m)	F _{vc}	SECC. (mm ²)	F _c
TRIFASICO	DOBIE TERNA	0.3465	99.35	4.964	493.27	3.06 ∅COS α/2	35	1333.515 SEN(α/2)+23.134 COS(α/2)
							25	762.655 SEN(α/2)+19.737 COS(α/2)
							16	498.409 SEN(α/2)+15.606 COS(α/2)
MONOFASICO	SIMPLE TERNA	0.2387	63.46	4.582	290.829	5.44 ∅COS α/2	25	762.655 SEN(α/2)+27.744 COS(α/2)
							16	498.409 SEN(α/2)+35.088 COS(α/2)
							25	762.655 SEN(α/2)+27.744 COS(α/2)
SISTEMA M.R.T.	SIMPLE TERNA	0.2160	52.71	4.210	222.056	3.06 ∅COS α/2	16	498.409 SEN(α/2)+35.088 COS(α/2)
							10	279.071 SEN(α/2)+12.393 COS(α/2)

Esfuerzo debido a cargas verticales

Por la ecuación se tiene que:

$$R_c = \left(\frac{k h^2 S_e}{u I} + 1 \right) \frac{P}{S_e}$$

Donde:

P = Peso crucetas + Peso aisladores + Peso conductores +
Peso postes + Peso operarios

$$I = \frac{\pi D_{emp}^4}{64}$$

$$S_e = \frac{\pi D_e^2}{4}$$

Fuerza total reducida en el vértice del poste

Por la ecuación se tiene que:

$$F_p = \frac{M_T}{h} = \frac{M_{vp} + M_c}{h}$$

Esfuerzo total de compresión

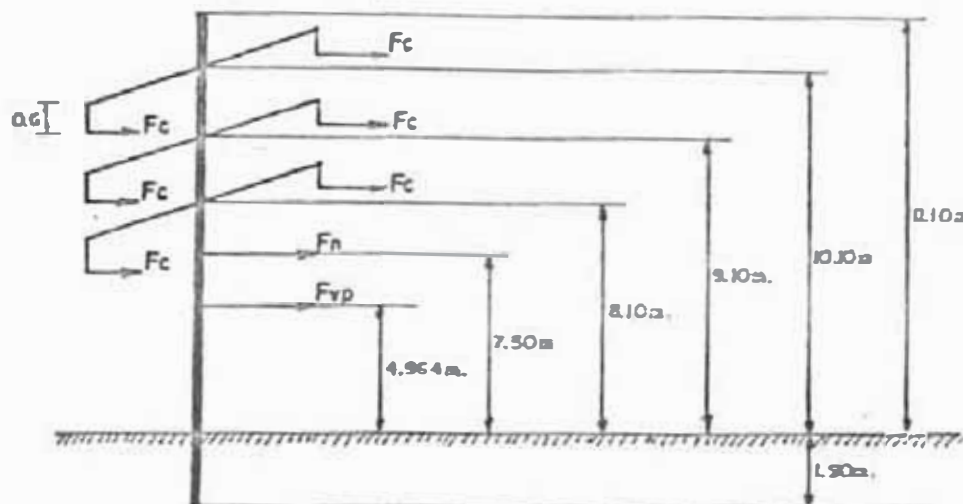
Se tiene que:

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

5.2.2.6.-Cálculo de la estructura por doble terna trifásica

Doble Terna

Cálculo del momento flector



De acuerdo a la gráfica y desarrollando las ecuaciones vectoriales tenemos lo siguiente:

$$\vec{M}_1 = 2 \times (10.10 \vec{j}) \times Fc \vec{k}$$

$$\vec{M}_2 = 2 \times (9.10 \vec{j}) \times Fc \vec{k}$$

$$\vec{M}_3 = 2 \times (8.10 \vec{j}) \times Fc \vec{k}$$

$$\vec{M}_4 = 7.50 \vec{j} \times Fn \vec{k}$$

$$\vec{M}_5 = 4.964 \vec{j} \times Fvp \vec{k}$$

Realizando la sumatoria tendremos:

$$\vec{M}_T = 2 \times 3 Fc(9.10) \vec{i} + 7.5 Fn \vec{i} + 4.964 Fvp \vec{i}$$

Luego:

$$\vec{M}_T = \vec{M}_c = 54.6 Fc + 7.5 Fn + 4.964 Fvp$$

Tomaremos para:

$F_c =$ Conductores de 35 mm^2

$F_n =$ Conductores de 25 mm^2

Reemplazando valores en las ecuaciones tendremos los siguientes:

$$M_c = 62,149.79 \text{ sen } \alpha/2 + 1,411.122 \text{ cos } \alpha/2$$

$$M_{vp} = 493.2712 \text{ Kg-m}$$

$$M_T = 62,149.79 \text{ sen } \alpha/2 + 1,411.122 \text{ cos } \alpha/2 + 493.2712$$

$$I = 51,151.02775 \text{ cm}^2$$

$$P = 1,991.17 \text{ Kg.}$$

$$S_e = 801.7382835 \text{ cm}^2$$

$$R_c = 40.85340011 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_p = \frac{1}{11.10} (62,149.794 \text{ sen } \alpha/2 + 1,411.12 \text{ cos } \alpha/2 + 493.2712$$

$$R_v = \frac{1}{31.6771044} (62,149.794 \text{ sen } \alpha/2 + 1,411.12206 \text{ cos } \alpha/2 + 493.2712)$$

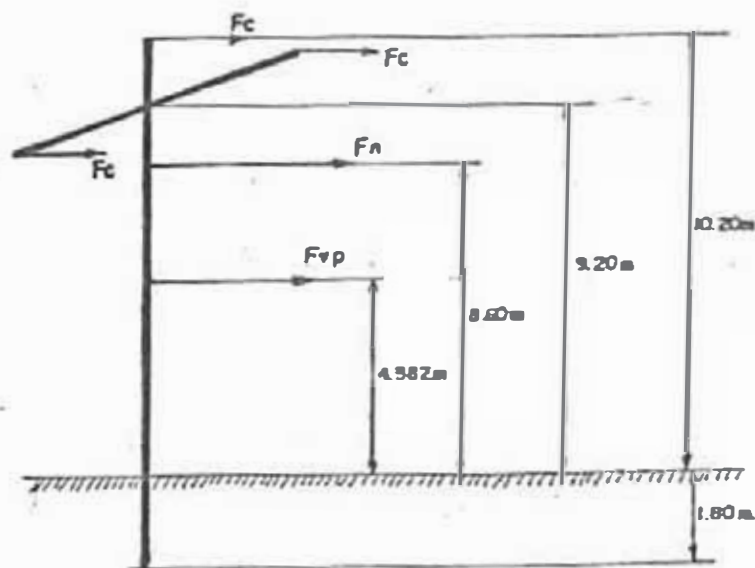
$$R_T = R_v + R_c$$

$$R_T = \frac{1}{31.6771044} (62,149.794 \text{ sen } \alpha/2 + 1,411.12206 \text{ cos } \alpha/2 + 493.2712) + 40,853400$$

Utilizaremos en cada terna conductores de 35 mm^2 y conductores de 25 mm^2 para la alimentación y parte neutra del sistema, teniendo la siguiente configuración: $2 \times 3 \times$

$35 \text{ mm}^2 + 2 \times 1 \times 25 \text{ mm}^2$ en la doble terna de alineamiento y para los cambios de dirección. Los cálculos para los cambios de dirección serán para los ángulos de 0° , 3° , 5° , 8° , 10° , 15° , 18° , 20° , 22° , 25° , 28° y 30° , valores que se emplearán en las ecuaciones respectivas, teniendo por lo tanto el siguiente cuadro 5.18

5.2.2.7.-Cálculo de la estructura para simple terna trifásico
Cálculo del momento flector



De acuerdo a la gráfica y desarrollando las ecuaciones vectoriales tenemos lo siguiente:

$$\vec{M}_1 = 2 \times (9.20 \text{ j}) \times F_c \text{ k}$$

$$\vec{M}_2 = 8.60 \text{ j} \times F_n \text{ k}$$

$$M_3 = 4.5825 j \times Fvp k$$

$$M_4 = 10.20 j Fc k$$

Realizando la sumatoria tendremos:

$$M_T = 9.20 i \times 2 Fc + 10.20 i \times Fc + 8.6 Fn$$

Luego:

$$M_T = Mc = 18.4 Fc + 10.2 Fc + 8.6 Fn$$

$$Mc = 28.6 Fc + 8.6 Fn$$

Tomaremos para:

$$Fc = \text{Conductores de } 25 \text{ mm}^2$$

$$Fn = \text{Conductores de } 16 \text{ mm}^2$$

Reemplazando valores en las ecuaciones tendremos los siguientes:

$$Mc = 26,098.11255 \text{ sen } \alpha/2 + 1,242.1152 \text{ cos } \alpha/2$$

$$Mvp = 290.829948 \text{ Kg} - m$$

$$M_T = 26,098.11255 \text{ sen } \alpha/2 + 1,242.1152 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829948$$

$$= 15,936.04657 \text{ cm}$$

$$P = 847.8 \text{ Kg}$$

$$Se = 447.5027773 \text{ cm}$$

$$Rc = 46.184951 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_p = \frac{1}{10.2} (26,098.11255 \text{ sen } \alpha/2 + 1,242.1152 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829948)$$

$$R_v = \frac{1}{13.2046875} (26,098.11255 \text{ sen } \alpha/2 + 1,242.1152 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829948)$$

$$R_T = R_v + R_c$$

$$R_T = \frac{1}{13.2046875} (26,098.11255 \text{ sen } \alpha/2 + 1,242.1152 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829948) + 46.184951$$

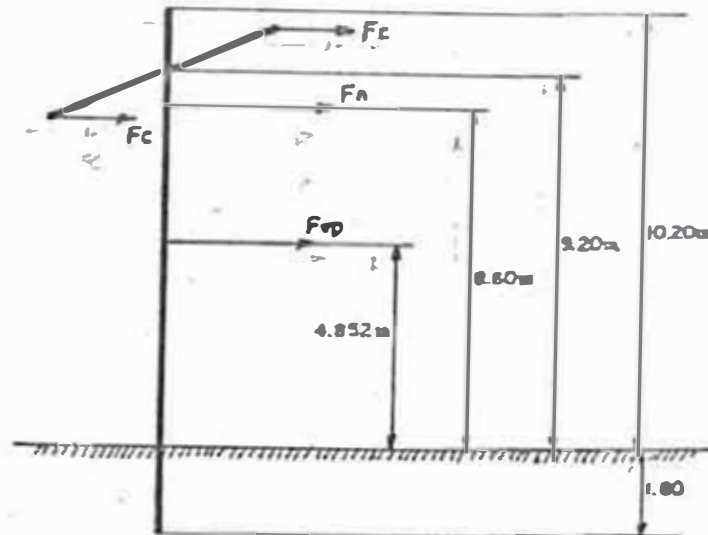
Utilizaremos en la simple terna, conductores de 25 mm^2 y conductores de 16 mm^2 para la alimentación y parte neutra del sistema, teniendo la siguiente configuración: $3 \times 25 \text{ mm}^2 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$ tanto para el alineamiento como para los cambios de dirección.

Los cálculos para los cambios de dirección serán para los ángulos de 0° , 3° , 5° , 8° , 10° , 15° , 18° , 20° , 22° , 25° , 28° y 30°

Valores que se emplearán en las ecuaciones respectivas, teniendo por lo tanto en el Cuadro 5.19.

5.2.2.8.-Cálculo de la estructura para
simple terna monofásica o
bifásico

Cálculo del momento flector



De acuerdo a la gráfica y desarrollando las ecuaciones vectoriales tenemos lo siguiente:

$$M_1 = 2 \times (9.20 \text{ j}) \times F_c \text{ k}$$

$$M_2 = 8.60 \text{ j} \times F_n \text{ k}$$

$$M_3 = 4.8525 \text{ j} \times F_{vp} \text{ k}$$

Realizando la sumatoria tendremos:

$$M_T = 2 \times 9.2 F_c i + 8.6 F_n i$$

Luego:

$$M_T \text{ Mc} = 18.40 F_c + 8.60 F_n$$

Tomaremos para:

$$F_c = \text{Conductores de } 25 \text{ mm}^2$$

$$F_n = \text{Conductores de } 16 \text{ mm}^2$$

Reemplazando valores en las ecuaciones tendremos los siguientes:

$$M_c = 18,319.08255 \text{ sen } \alpha/2 + 884.2176 \text{ cos } \alpha/2$$

$$M_{vp} = 29.829948 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_T = 18,319.08255 \text{ sen } \alpha/2 + 884.2176 \text{ Cos } \alpha/2 + 290.829948$$

$$I = 15,936.04657 \text{ cm}^2$$

$$P = 806.16 \text{ Kg}.$$

$$S_e = 447.5027773 \text{ Cm}^2$$

$$R_c = 43.90620329 \text{ Kg/cm}^2$$

$$R_v = \frac{1}{13.2046875} (18,319.08255 \text{ sen } \alpha/2 + 884.2176 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829948)$$

$$F_p = \frac{1}{10.20} (18,319.08255 \text{ sen } \alpha/2 + 884.2176 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829948)$$

$$R_T = R_v + R_c$$

$$R_T = \frac{1}{13.2046875} (18,319.08255 \text{ sen } \alpha/2 + 884.2176 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829948) + 43.90620329$$

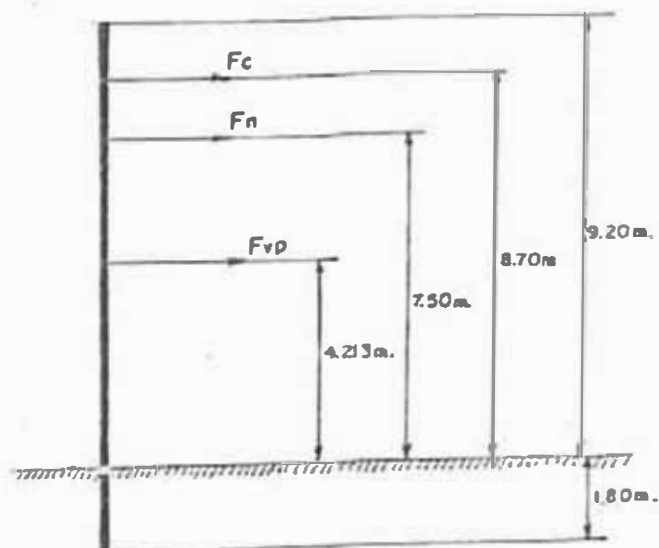
Utilizaremos en la simple terna monofásico o bifásico, conductores de 25 mm^2 y conductores de 16 mm^2 para la alimentación y parte neutra del sistema, teniendo la siguiente configuración: $2 \times 25 \text{ mm}^2 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$, tanto para el alineamiento como para los cambios de dirección.

Los cálculos para los cambios de dirección serán para los ángulos de 0° , 3° , 5° , 8° , 10° , 15° , 18° , 20° , 22° , 25° , 28° y 30° .

Valores que se emplearán en las ecuaciones respectivas, teniendo por lo tanto el siguiente Cuadro 5.20

5.2.2.9.-Cálculo de la estructura para simple terna.-Sistema M.R.T.

Cálculo del momento flector



De acuerdo a la gráfica y desarrollando las ecuaciones vectoriales tenemos lo siguiente:

$$\vec{M}_1 = (8.70 \vec{j}) \times F_c \vec{k}$$

$$\vec{M}_2 = (7.50 \vec{j}) \times F_n \vec{k}$$

Realizando la sumatoria tendremos:

$$\vec{M}_T = 8.70 F_c \vec{i} + 7.50 F_n \vec{i}$$

Luego:

$$M_T = M_c = 8.70 F_c + 7.50 F_n$$

Tomaremos para:

$$F_c = \text{Conductor de } 16 \text{ mm}^2$$

$$F_n = \text{Conductor de } 10 \text{ mm}^2$$

Reemplazando valores en las ecuaciones tendremos los siguientes:

$$M_c = 6,429.18852 \text{ sen } \alpha/2 + 334.3203 \text{ cos } \alpha/2$$

$$M_{vp} = 222.05672$$

$$M_T = 6,429.18852 \text{ sen } \alpha/2 + 334.3203 \text{ cos } \alpha/2 + 222.05672$$

$$I = 10,685.28029 \text{ cm}^4$$

$$P = 448 \text{ Kg}$$

$$S_e = 366.436224 \text{ cm}^2$$

$$R_c = 29.6120861 \text{ Kg/cm}^2$$

$$R_v = \frac{1}{9.8417216} (6,429.18852 \text{ sen } \alpha/2 + 334.3202 \text{ cos } \alpha/2 + 222.05672)$$

$$F_p = \frac{1}{9.20} (6,429.18852 \text{ sen } \alpha/2 + 334.3202 \text{ cos } \alpha/2 + 222.05672)$$

$$= R_v + R_c$$

$$= \frac{1}{9.8417216} (6,429.18852 \text{ sen } \alpha/2 + 334.3202 \text{ cos } \alpha/2 + 222.05672) + 29.6120861$$

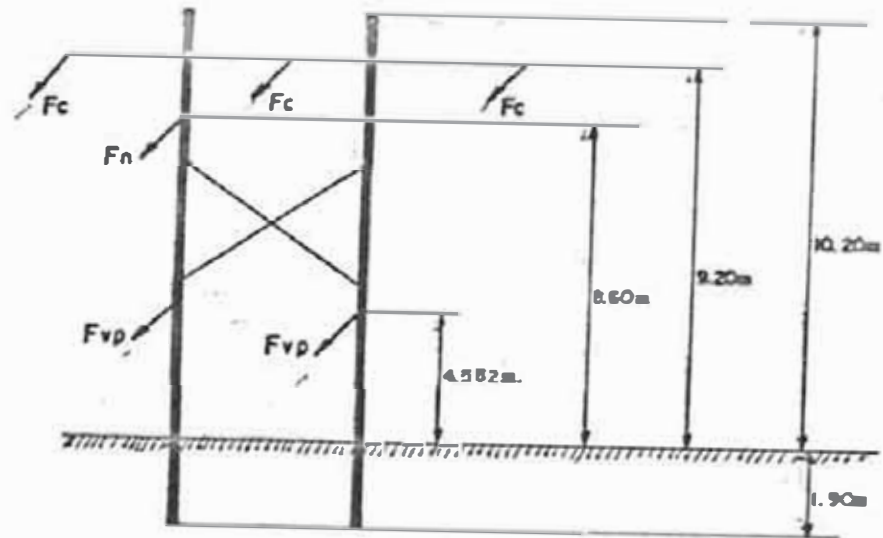
Utilizaremos en la simple terna monofásico con retorno por tierra, conductores de 16 mm² y conductor de 10 mm para la alimentación y parte neutra del sistema, teniendo la siguiente configuración: 1 x 16 mm² + 1 x 10 mm² tanto para el alineamiento como para los cambios de dirección.

Los cálculos para los cambios de dirección serán para los ángulos de 0°, 3°, 5°, 8°, 10°, 15°, 18°, 20°, 22°, 25°, 28° y 30°.

Valores que se emplearán en las ecuaciones respectivas, teniendo por lo tanto el Cuadro 5.21

5.2.2.10.-Cálculo de estructuras para vanos singulares:

Cálculo del momento flector



De acuerdo a la gráfica y desarrollando las ecuaciones vectoriales tenemos lo siguiente:

$$M_T = (3 \times 9.2 F_c + 8.6 F_n) i + (1.2 F_n) i$$

$$M_T = M_c = [(27.6 F_c + 8.6 F_n)^2 + (1.2 F_n)^2]^{1/2}$$

Tomaremos para:

$$F_c = \text{Conductores de } 25 \text{ mm}^2$$

$$F_n = \text{Conductores de } 16 \text{ mm}^2$$

Reemplazando valores en las ecuaciones tendremos lo siguientes:

$$M_c = [(25,335.46255 \text{ sen } \alpha/2 + 3,394.764 \text{ cos } \alpha/2)^2 + (498.4096 \text{ sen } \alpha/2 + 78.03 \text{ cos } \alpha/2)^2]^{1/2}$$

$$M_{vp} = 581.659896 \text{ Kg} - m$$

$$M_T = (25,335.46255 \text{ sen } \alpha/2 + 3,394.764 \text{ cos } \alpha/2)^2 + (498.4096 \text{ sen } \alpha/2 + 78.03 \text{ cos } \alpha/2)^2]^{1/2} + 581.659896$$

$$I = 15,936.04657 \text{ cm}$$

$$P = 1,603.40 \text{ Kg}$$

$$S_e = 447.5027773 \text{ cm}^2$$

$$R_c = 87.32659317 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} R_v &= \frac{1}{13.2046875} [(25,335.46255 \text{ sen } \alpha/2 + 3,394.764 \text{ cos } \alpha/2)^2 \\ &\quad + (498.4096 \text{ sen } \alpha/2 + 78.03 \text{ cos } \alpha/2)^2]^{1/2} + 581.659896 \\ &= \frac{1}{9.20} [(25,335.46255 \text{ sen } \alpha/2 \\ &\quad + 3,394.764 \text{ cos } \alpha/2) + \\ &\quad (498.4096 \text{ sen } \alpha/2 + 78.03 \text{ cos } \alpha/2)^2]^{1/2} + 581.659896 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= R_v + R_c \\ &= \frac{1}{13.2046875} [(25,335.46255 \text{ sen } \alpha/2 + 3,394.764 \text{ cos } \alpha/2)^2 \\ &\quad + (498.4096 \text{ sen } \alpha/2 + 78.03 \text{ cos } \alpha/2)^2]^{1/2} + 581.659896 \\ &\quad + 87.32659317 \end{aligned}$$

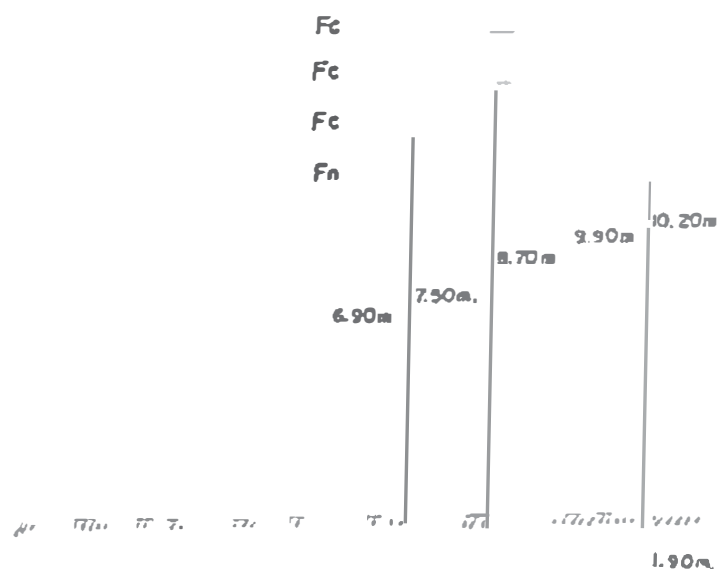
Utilizaremos en la terna de vanos singulares, conductores de 25 mm^2 y conductores de 16 mm^2 , para la alimentación y parte neutra del sistema, teniendo la siguiente configuración:

$3 \times 25 \text{ mm}^2 + 2 \times 1 \times 16 \text{ mm}^2$, tanto para el alineamiento como para los cambios de dirección.

Los cálculos para los cambios de dirección serán para los ángulos de 0° , 3° , 5° , 8° , 10° , 15° , 18° , 20° , 22° , 25° , 28° y 30° .

Valores que se emplearán en las ecuaciones respectivas, teniendo por lo tanto en el Cuadro 5.22

5.2.2.11.-Cálculo de estructuras de cambio de dirección (Con cadena de aisladores)



De acuerdo a la gráfica y desarrollando las ecuaciones vectoriales tenemos lo siguiente:

$$M_T = 9.9 j \times F_c k + 8.7 j \times F_c k \\ + 7.5 j \times F_c k + 6.9 j \times F_n k$$

$$M_T = 26.10 F_c i + 6.90 F_n i$$

Luego:

$$M_T M_c = 26.10 F_c + 6.90 F_n$$

Tomaremos para:

$$F_c = \text{Conductores de } 25 \text{ mm}^2$$

$$F_n = \text{Conductor de } 16 \text{ mm}^2$$

Reemplazando valores en las ecuaciones tendremos los siguientes:

$$M_c = 23.344.19124 \text{ sen } \alpha/2 + \\ 830.4228 \text{ cos } \alpha/2$$

$$M_{vp} = 290.829985 \text{ Kg} - m$$

$$M_T = 23,344.19124 \text{ sen } \alpha/2 + \\ 830.4228 \text{ cos } \alpha/2 + \\ 290.829985$$

$$= 15,936.04657 \text{ cm}$$

$$P = 802.60 \text{ Kg.}$$

$$S_e = 447.5027773 \text{ cm}^2$$

$$R_c = 43.71231363 \text{ Kg/cm}^2$$

$$R_v = \frac{1}{13.2046875} (23,344.19124 \text{ sen } \alpha/2 + 830.4228 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829985)$$

$$F_p = \frac{1}{10.20} (23,344.19124 \text{ sen } \alpha/2 + 830.4228 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829985)$$

$$R_T = R_v + R_c$$

$$R_T = \frac{1}{13.2046875} (23,344.19124 \text{ sen } \alpha/2 + 830.4228 \text{ cos } \alpha/2 + 290.829985) + 43.71231363$$

Utilizaremos en la terna, conductores de 25 mm^2 y conductor de 16 mm^2 , para la alimentación y parte neutra del sistema teniendo la siguiente configuración:

$$3 \times 25 \text{ mm}^2 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$$

Los cálculos para los cambios de dirección serán para los ángulos de 0° , 3° , 5° , 8° , 10° , 15° , 18° , 20° , 22° , 25° , 28° y 30°

Valores que se emplearán en las ecuaciones respectivas, teniendo por lo tanto en el Cuadro 5.23.

5.2.3.-Cálculo de las retenidas

Definición de ecuaciones y parámetros

Aplicando momentos, tendremos que:

$$M = 0$$

Luego:

$$F_p \times H - F_r \text{ sen } \theta \times h = 0$$

Por tanto:

$$F_r = \frac{F_p \times H}{\text{sen } \theta \times h}$$

Donde:

F_r = Fuerza en la retenida (Kg)

F_p = Fuerza total reducida en el poste
(Kg)

H = Altura total libre del poste (m)

h = Altura de la acción de la
retenida (m)

Esfuerzo por comprensión

Aplicando sumatorias de fuerzas
tendremos

$$F = 0$$

Luego :

$$P_f - P - F_r \text{ cos } \theta = 0$$

Entonces:

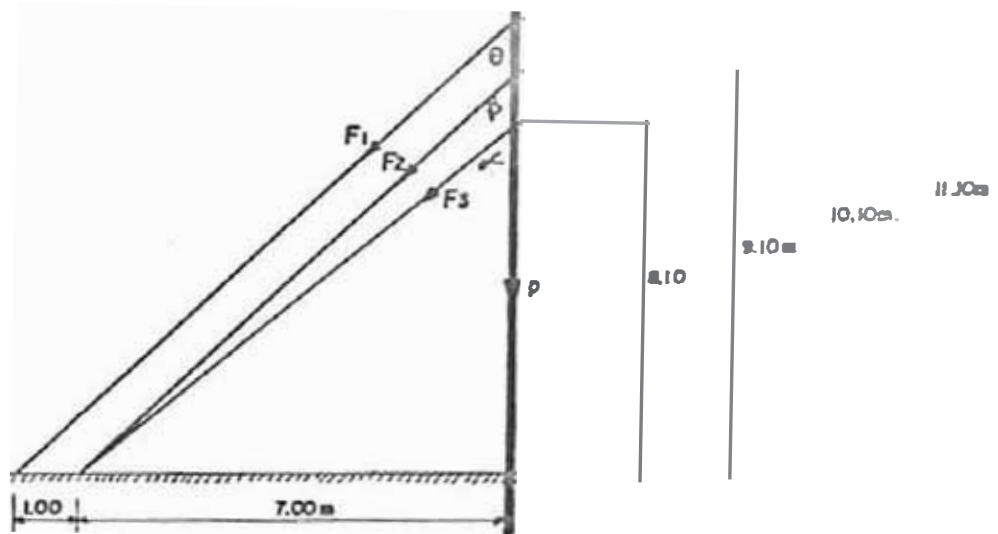
$$P_f = P + F_r \text{ cos } \theta$$

Por lo tanto tendremos:

$$R_c = \left(\frac{K h}{u l} \frac{S_e}{S_e} + 1 \right) \frac{P + F_r \text{ cos } \theta}{S_e}$$

5.2.3.1.-Para doble terna trifásico

Cambio de dirección de 5° 15°
Fp



De acuerdo a la gráfica y reemplazando valores en las ecuaciones tendremos que:

$$Fr_1 = 1,595.332226 \text{ Kg}$$

$$Rrot = Rc \times CS = 124.8154755 \times 3$$

$$Rrot = 374.4464265 \text{ Kg}$$

$$Fr_2 = 1,796.521348 \text{ Kg}$$

$$Fr_3 = 1,882.640 \text{ 152 Kg}$$

5.2.3.2.-Para simple terna trifásico

Cambio de dirección de 5° - 15°

De acuerdo a la gráfica y reemplazando valores en las ecuaciones para:

$$Fp_1 = 808.363692 \text{ Kg y } \theta = 30^\circ$$

$$Fp_2 = 1,120.167652 \text{ Kg y } \theta = 37^\circ$$

Tendremos que:

$$\theta = 30^\circ$$

$$Fr_1 = 1,792.458621 \text{ Kg}$$

$$Rc_1 = 130.7183735 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Rrot = 392.1551205 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fr_2 = 2,483.850011 \text{ Kg.}$$

$$Rc_2 = 163.3290071 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Rrot = 489.9870213 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\theta = 37^\circ$$

$$Fr_3 = 1,489.210599 \text{ Kg}$$

$$Rc_3 = 110.9493497 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Rrot = 332.8480491 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fr_4 = 2,063.632441 \text{ Kg}$$

$$Rrot = 407.8038857 \text{ Kg/cm}^2$$

5.2.3.3.-En conclusión: usaremos los postes;

A.-Utilizaremos postes de madera tratada de 12 m. clase 6. grupo "D" para los alineamientos, en estructuras tipo H y en cambios de dirección para cadena de aisladores.

B.-Utilizaremos postes de madera tratada de 12 m. clase 5, grupo "D" para los anclajes y cambios de dirección.

C.-Utilizaremos postes de madera tratada de 11 m. clase 7, grupo "D" para los alineamientos, anclajes y en cambios de dirección del sistema M.R.T.

D.-Se utilizarán postes de C.A.C. de 13/400/180/375 en la doble terna y terna simple, sistema trifásico, y los cambios de dirección y de anclajes para el recorrido de la línea de alimentación y en derivación hacia los distintos pueblos a energizar.

5.2.4.-Selección de la retenida

De acuerdo a cálculos de las retenidas, se observa que es necesario contrarrestar o contraponer fuerzas a la inversa de los tendidos de alineamiento y cambios de dirección mayores de 5°, para de esa manera compensar los esfuerzos que se dan en la punta del poste y por normas para

Fp mayores de 300 Kg requerirán retenidas que tendrán las siguientes características:

Material del cable	7
Número de hilos	: 3/8"
Carga de rotura	: 3,170 Kg
Coef. seguridad	: 3
Altura equivalente	: 6 80

Material complementario

Varilla de Fe Galv. 5/8" Ø x 8' long. con perno ojo de acero galv. y gancho respect.

Aislador vidriado, tipo nuez para tracción.

Canaleta guardacable y grampas doble vía.

Guardacabos y abrazaderas o pernos Fe. Galv.

Block de concreto, aceite quemado y brea.

5.2.5.-Selección de aisladores

En el tendido y recorrido de los conductores de la red primaria a 22.9 13.2 KV; se tendrán líneas de alineamiento, anclaje y cambios de dirección; y que por lo tanto los aisladores y cadenas de aisladores han

de ser los adecuados y óptimos para el normal funcionamiento y transmisión de la energía eléctrica.

Características de la red primaria

Tensión nominal fases	: 22.9 KV
Frecuencia nominal	: 60 Hz
Temperatura máxima prom.:	22.8°
Temperatura mínima prom.:	8.6°
Sección conductores	: 35, 25, 16 y 10 mm
Material/temple	Cobre/duro
Altura trabajo prom.	: 3,500 m.s.n.m.
Presión atmosf. prom.	: 508.32 mmHg
Contaminación ambiental	: Poca suciedad
Interferencias	: Negativo

5.2.5.1.-Cálculo de niveles de aislamiento

Definición de ecuaciones y parámetros

Tensión mayor

$$U_F = 1.05 U_f$$

Factor corrección tensión

$$F_c = U_F \times F_c$$

Tensión corregida

$$U_c = U_f \times F_c$$

Tensión mínima de flameo en lluvia

$$U_{mf} = 2.1 (U_c + 5)$$

Tensión mínima de flameo en seco

$$U_{mfs} = 1.33 U_{mf}$$

Longitud de fuga

$$L_f = (1.7 \text{ a } 2.0) U_f$$

Donde:

U_f = Tensión entre fases (KV)

H = Nivel de trabajo

Reemplazando valores en las ecuaciones para:

$$U_f = 22.9 \text{ KV}$$

$$H = 3,500 \text{ m.s.n.m}$$

Por lo tanto:

$$U_F = 24.045 \text{ KV}$$

$$F_c = 1.3125$$

$$U_c = 31.5590625 \text{ KV}$$

$$U_{mf} = 76.773952 \text{ KV}$$

$$U_{mfs} = 102.1093569 \text{ KV}$$

$$L_F = (40.8765 \text{ a } 48.09) \text{ KV}$$

5.2.5.2.-En conclusión

De acuerdo a los valores obtenidos en los niveles de aislamiento y por Código Nacional de Electricidad sobre aislamientos, se utilizarán aisladores de porcelana, tipo PIN y aisladores vidriados del tipo suspensión en donde se les requiera, ya sea en alineamiento, anclajes y en cambio de dirección.

5.2.5.3.-Cálculo cargas de rotura

A.-Aislador tipo pin

Se utilizarán en el tendido de la red primaria para el alineamiento y cambio de dirección de 3°, 5°, 10° y 15° con fuerzas de viento sobre el conductor en condiciones normales de templado, cambio de dirección de 5° y una fuerza de 248.0025 Kg.

Ecuaciones a utilizar:

Fuerza del viento sobre el
conductor

$$F_{vc} = \frac{D \cdot \emptyset \cdot P_v}{1,000} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

Fuerza del tiro sobre el conductor

$$T_c = 2 T \sin \quad /2$$

Fuerza Máxima

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

Carga de rotura

$$F_{rot} = F_M \times C.S.$$

reemplazando valores en las ecuaciones obtendremos los siguientes:

$$F_{vc} = 32.863691 \text{ Kg}$$

$$T_c = 21.635434 \text{ Kg}$$

$$F_M = 54.499125 \text{ Kg}$$

$$F_{rot} = 163.497376 \text{ Kg}$$

B.-Aislador tipo suspensión

Se utilizarán en el alineamiento de doble terna, anclaje y cambios de dirección de 10°, 30°, 45° y 60°; con fuerzas de viento sobre el conductor de 35 mm² y 25 mm², en condiciones normales de templado, cambio de dirección de 60° y fuerza de 340.753 Kg.

Por tanto reemplazando valores en

las ecuaciones obtendremos lo siguiente:

$$F_{vc} = 33.390475 \text{ Kg}$$

$$T_c = 340.753 \text{ Kg}$$

$$F_M = 374.143475 \text{ Kg}$$

$$F_{rot} = 1,122.430425 \text{ Kg}$$

5.2.5.4.-En conclusión:

A.-Se utilizarán aisladores de porcelana tipo PIN, clase 56-2 EEII NEMA ANSI, para los alineamientos y cambios de dirección mayores de 5°, complementando con espigas de Fe. Galv. con arandelas y tuercas.

B.-Se utilizarán aisladores de porcelana vidriadas del tipo suspensión, clase 52-4 EEII NEMA ANSI, para comienzo de línea, anclaje y cambios de dirección de 60°; teniendo las siguientes configuraciones:

Una cadena de 2 aisladores para alineamientos y comienzo de línea.

Una cadena de 3 aisladores para tracción y retención y en

anclajes.

Complementando con:

Grillete tipo casquillo de 5/8" Ø

Adaptador tipo casquillo-ojo

Mordaza tipo anclaje

Adaptador ojo - bola

5.3. -PROTECCION DEL PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO LLUSITA AYACUCHO RAMAL I Y II

5.3.1. -Introducción

Un sistema de distribución está diseñado para entregar energía a los puntos en que se va a utilizar, sin interrupciones ni restricciones y a un costo razonable. Para lograrlo, no se deben perder de vista las necesidades operacionales normales, y además se debe tomar una cantidad razonable de provisiones para proteger el sistema y al suministro contra fallas y condiciones anormales.

Un detalle aparentemente pequeño pero de gran importancia es el hecho de que la amenaza más grande al suministro de energía la constituye la falla de corto circuito, pues su incidencia implica un cambio violento en la operación del sistema debido a que la energía que previamente se estuviese entregando a la

carga, se irá ahora hacia la falla.

Esta liberación incontrolada de energía puede ser destructiva, causando fuego y daños estructurales, sino también en otros puntos del sistema por los que circule energía hacia la falla. El aislamiento de la falla por los equipos desconectores más cercanos a él, limitará el daño en el punto de falla e impedirá que la misma y sus efectos se propagen al resto del sistema; y es precisamente el equipo de protección quien tendrá la decisión de iniciar la apertura del equipo desconector primario.

5.3.2. -Tipos y causas de falla

Las fallas en los sistemas de distribución se pueden clasificar por su duración en dos grandes grupos que son:

Fallas transitorias o instantaneas

Fallas permanentes

En el sistema aéreo, las fallas transitorias (consideradas menores a cinco minutos) se presentan en un rango de 75 a 95% y están relacionadas de algún modo con las condiciones climatológicas existentes, pudiendo ser en algunos casos autoeliminadas o ser eliminadas mediante dispositivos de

interrupción instantánea (interruptor, equipo de recierre automático, etc.) generalmente en 1,2 o 3 intentos y en un tiempo menor a 45 segundos, siendo las causas más comunes las siguientes:

Contacto instantáneo entre conductores desnudos, debido generalmente a la acción del viento.

Contacto de objetos extraños al sistema (ramas de árboles, objetos colgantes, aves que disminuyen la distancia de aislamiento, etc.)

Flameo de aisladores.

Falsos contactos

Arqueos por contaminación ambiental

Sobrecorrientes instantáneas.

Se ha demostrado de acuerdo a estadísticas que en el primer recierre se eliminará hasta el 88% de las fallas, en el segundo hasta un 5% y en el último un 2% adicional. A su vez las fallas permanentes se presentan en un 5% y son aquellas que persisten sin importar con que rapidez se abra el circuito, siendo las más comunes las siguientes:

Contacto sólido entre conductores o de conductor (es) a tierra (corto circuito 3 fases, 2 fases, 1 fase)

Vandalismo (daño al equipo)
 Sobrecargas permanentes
 Degradación de aislamiento
 Falla de equipo
 - Fraude
 Conexiones erróneas
 Mano de obra deficiente

5.3.3.-Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Datos generales de la Central Llusita

* Transformador elevador: trifásico

Tensión	43/22.9 KV
Potencia	800 KVA
Conexión	DYn11
Impedancia de cc.	4.75%
Cantidad	2

* Valores base

Zona	BA1	BA2
Kv	4.3	22.9
MVA	100	100
18KA	13.4268	2.5212
ZB	0.1849	5.24

* Potencia de corto circuito en la barra de
22.9 KV

$P_{cc\ 3\phi} = 42\ MVA$ Potencia de corto circuito
trifásico

Pcc 10 = 40 MVA Potencia de corto circuito
monofásico

Tensión generada C.H. Llusita = 1.0 pu

Cálculos de las reactancias

Red de secuencia +, - y 0

$$I_{f\ 30} = \frac{42}{\sqrt{3} \times 4.3} = 5.6392$$

$$I_{f\ 30\ pu} = 0.41999$$

$$X_{S^+} = \frac{10}{0.41999} = 2.38096 \quad X_{S^-} = X_{S^+} = X_g$$

Secuencia '0'

$$I_{f\ 10} = \frac{42}{\sqrt{3} \times 4.3} = 5.38$$

$$I_{fo} = \frac{I_{f\ 10}}{3} = \frac{5.38}{3} = 1.792$$

$$I_{opu} = \frac{1.792}{13.4268} = 0.133$$

$$X_t = 0.133 = 7.5183$$

$$X_o = X_t - 2 X_s = 2.7568$$

$$\text{Reactancia del transformador } X_T = \frac{Z_1}{100} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^2$$

$$\left(\frac{P_2}{P_1} \right) = 0.3427$$

Cálculo de la corriente de falla 30 en ; a
barra de 22.9 kV

$$I_{f\ 30} = \frac{1}{2.38056 + 0.3427} = 0.36715$$

$$I_{f\ 3\phi\ \text{real}} = 2.521 \times 0.36715 = 0.92559 \text{ KA}$$

Potencia de cortocircuito en la barra de salida de 229 KV.

$$P_{cc\ 3\phi} = 36.71 \text{ MVA}$$

$$P_{cc\ 1\phi} = 13.817 \text{ MVA}$$

Resultado ver Cuadro 5.24.

5.3.4.-Elección del sistema de protección

Se utilizarán fusibles que es un elemento eléctrico de protección o seguridad, de operación térmica, diseñado para interrumpir un circuito eléctrico, cuando por él circula una sobrecorriente que puede dañar a los conductores y dispositivos conectados al mismo.

Por su operación, existen en general dos tipos de fusibles de media tensión, conocidos como fusibles de expulsión (F.E.) y fusible limitador de corriente (F.L.C.)

5.3.4.1.-Fusible de expulsión

Está formado por un pequeño eslabón fusible, casi siempre de sección transversal constante (a excepción de los fusibles de doble elemento o en ocasiones de los llamados fusibles fraccionarios de muy baja corriente

CUADRO N° 5.24

RESULTADOS DE LOS CALCULOS DE PROTECCION

BARRAS	icc	Ich	Id	POB	TIPO DE FUSIBLE
	KA	KA	KA	EN VIVA	
SALIDA RAMAL I					140 K
CIRCAMARCA	0.708	1.802	0.538	28	20 K
LLUSITA	0.431	1.087	0.328	17	20 K
CANGALLO	0.287	0.730	0.218	11	15 K
SALIDA RAMAL II					140 K
HUANCARAYLLA	0.464	1.181	0.353	18	20 K
HUANCAPI	0.320	0.815	0.243	13	15 K
CAIRA	0.303	0.771	0.230	12	15 K

Ich = corriente de choque = $1.8 * 1.41 * Icc$

Id = corriente de desconexión = $0.76 * Icc$

Los fusibles están sobredimensionados de acuerdo a lo existente en el mercado eléctrico.

nominal), y de longitud muy corta.

En general los fusibles de listón más utilizados son los de respuesta rápida (velocidad tipo K) y de respuesta lenta (velocidad tipo T) que se diferencian por sus curvas corriente-tiempo, las cuales, para una misma capacidad son idénticas en los puntos de 300 y 600 segundos, y para alta corriente el fusible tipo T opera en mayor tiempo.

5.4. -SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

5.4.1. -Consiste en la determinación de los valores de la resistividad del terreno y tificación de los mismos en función de las resistividades.

5.4.2. -Determinamos que la resistencia de puesta a tierra del sistema para cualquier estructura será menor de 250 en concordancia con el CNE tomo IV para los puntos especificados como seccionamiento y S.E de distribución.

Cálculo de las fórmulas y las configuraciones básicas.

Resistencia de la varilla

$$R = \frac{\delta}{2ML} \ln \left(\frac{2L}{d} \sqrt{\frac{3L + 4t}{L + 4t}} \right)$$

$$t = 0.6$$

$$L = 1.8$$

$$d = 0.009525 \text{ m}$$

$$M =$$

$$R = 0.552 \sigma$$

$$25 \geq \sigma \times 0.552$$

$$\delta \leq 45.28985$$

Resistencia de contrapeso

$$R = \frac{\delta}{2ML} \ln \left(\frac{L^2}{d \cdot t} \right)$$

$$R = 0.3183 \frac{\delta}{L} \times \ln (16.1123L) \quad R \geq 24$$

Resistencia de conductor directamente enterrado 16 mm^2

$$R = \frac{\delta}{2ML} \ln \left(\frac{2.9412L}{d} \right) \quad d = 642 \text{ mm}$$

$$R = 0.1592 \frac{\delta}{L} \ln (458.131L)$$

Cálculo de los sistemas de puesta a tierra para las configuraciones básicas:

CUADRO DE PRESTACIONES SEGUN EL TERRENO:

a) Varilla (PT-1)

$$25 \geq 0.552 \cdot \sigma$$

$$\sigma \leq 45.2898$$

En consecuencia para terrenos con $0 \leq \sigma \leq 45.3 \Omega\text{-m}$ la configuración permite obtener la resistencia de puesta a tierra máxima admisible.

b) Contrapeso (Pt-2)

$$25 \geq 0.3183 \frac{\sigma}{L} \ln(16.1123L)$$

σ	45.23	53.13	60.76	75.42	89.48	103.09	129.31	154.6
L	2	2.5	3	4	5	6	8	10

Elaborada la tabla σ vs L. evidentemente para cualquier valor de σ (resistividad) existirá un valor de L lo que posibilitará que el sistema satisficera la restricción impuesta de 25 Ω como resistencia máxima, siendo entonces el factor económico la variable limitante, esto es tenemos que comparar hasta que valor o a partir de que valor es recomendable su uso.

c) Conductor directamente enterrado

Profundidad de enterramiento fijamos en 2.0 metros.

$$25 \geq 0.1592 \frac{\sigma}{L} \ln(458.131L)$$

$$\sigma \leq 46.05$$

Este conductor es de 16 mm^2 Cu temple suave (20 m)

5.4.3. -Arreglos

Las configuraciones básicas pueden presentarse de determinados arreglos que pueden permitir que: para terrenos con alta σ (resistividad) se obtenga los 25 Ω establecidos.

ARREGLO VARILLA CONTRAPESO

$$\text{a) } 40 \leq \sigma \leq \Omega\text{-m}$$

$$\frac{1}{25} \leq \frac{1}{R_v} + R_c$$

$$\sigma = 75 \Omega\text{-m}$$

$$R_v = 41.40$$

$$\frac{1}{25} \leq \frac{1}{41.40} + \frac{1}{R_c}$$

$$\sigma = 75 \Omega\text{-m}$$

$$R_c \leq 63.11$$

$$L = 1.08 \text{ m}$$

En consecuencia se tiene:

Varilla de $3/8" \text{ } \emptyset \times 1.08 \text{ m}$

Contrapeso de $16 \text{ mm}^2 \text{ } L=1.08 \text{ m}$

* Configuración básica contrapeso de $16 \text{ mm} = 4 \text{ m}$

$$\text{b) } 75 \leq \sigma \leq 230 \Omega\text{-m}$$

$$\frac{1}{25} \leq \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_c}$$

$$\sigma = 230 \Omega\text{-m}$$

$$R_v = 126.96$$

$$\frac{1}{25} \leq \frac{1}{126.96} + \frac{1}{R_c}$$

$$\sigma = 230 \Omega\text{-m}$$

$$R_c \leq 31.12985$$

$$L = 1.8 \text{ m}$$

En consecuencia se tendría:

- Varilla de $3/8" \text{ } \emptyset \times 1.8 \text{ m}$

Contrapeso de 16 mm L = 12.8 m

* Configuración básica: contrapeso de 16 mm² = 17 m

c) $230 \leq \sigma \leq 400 \Omega\text{-m}$

$$\frac{1}{25} \leq \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_c}$$

$$\sigma = 400 \Omega\text{-m}$$

$$R_v = 220.8$$

$$\frac{1}{25} \leq \frac{1}{220.8} + \frac{1}{R_c}$$

$$\sigma = 400 \Omega\text{-m}$$

$$L = 13 \text{ m}$$

$$R_c \leq 56.38$$

En consecuencia se tendría:

Una varilla de 3/8" Ø x 1.8 m.

Contrapeso de 16 mm² de 13 m. de long.

* Configuración básica: 3 x 16 mm² de 11 metros

En resumen los sistemas de puesta a tierra cumplen con los requisitos estipulados en el Código Nacional de Electricidad: y presentamos el siguiente Cuadro de prestaciones de los arreglos según el tipo de terreno hecho ya la discriminación económica:

CUADRO RESUMEN 5.25

TIPO DE TERRENO	$\sigma(\Omega\text{-m})$	SISTEMA	TIPO
I	$0 \leq \sigma \leq 40$	Conductor directamente enterrado (25 mm^2)	PT-1
II	$40 \leq \sigma \leq 75$	Un contrapeso de 4 m. de long. (25 mm^2)	PT-2
III	$75 \leq \sigma \leq 230$	Un contrapeso de 17 m de long. (25 mm^2)	PT-3
IV	$230 \leq \sigma \leq 400$	Conjunto varilla-contrapeso $2 \times 13 \text{ m}$ (25 mm^2)	PT-4

El neutro de la línea de distribución primaria en 22.9/13.2 Kv será sólidamente puesto a tierra cada estructura con conductor de cobre de 16 mm^2 temple suave más una varilla de $3/8" \text{ } \emptyset \times 1.8 \text{ m}$.

CAPITULO VI

METRADO Y PRESUPUESTO

En este capítulo se efectuarán los cálculos de los costos totales en base al metrado de los materiales a emplear en la obra: considerando precios unitarios comerciales en dólares U.S.A.: esto por la constante fluctuación de la moneda peruana y de impuesto general a las ventas (I.G.V.)

En el acápite 6.1 se muestra la relación de los transformadores y protecciones en la electrificación de los pueblos y redes de subtransmisión.

En el acápite 6.2 están la relación de materiales a emplear para la alimentación de energía a los Ramales I y II.

En el acápite 6.3 se muestra la relación de materiales a emplear para la transmisión de energía Ramales I y II.

En el acápite 6.4 se muestra la relación de materiales a emplear en la línea de subtransmisión trifásico, bifásico y M.R.T. del Ramal I.

En el acápite 6.5 se muestra la relación de materiales a emplear en la línea de subtransmisión trifásico, bifásico y M.R.T. del Ramal II.

En los acápites 6.4 y 6.5 se está considerando los materiales de armados en alineamiento, cambio de dirección y anclaje que se muestran en los planos.

ELECTRIFICACION Y DISEÑO DEL P.S.E. LLUSITA AYACUCHO EN 22.9-13.2 KV

OBRA : EQUIPOS DE DISTRIBUCION Y PROTECCION LINEA DE SUBTRANSMISION RAMALES I Y II

LUGAR : CANGALLO - AYACUCHO

FECHA : 31-08-92

HOJA : 1 de 1

ITEM	DESCRIPCION	Unid	CANTD.	P.UNIT	COSTO TOTAL
A.-	EQUIPOS DE TRANSFORMACION Y PROTECCION				
	1 ;TRANSFORMADOR MONOFASICO EN BANO DE ACEITE,50 ;KVA 60 HZ, 13.2/0.44-0.23 2x2.5%, 150 KV NAB	U	14	3,800.00	53,200.00 ;
	2 ;TRANSFORMADOR MONOFASICO EN BANO DE ACEITE,37.5 ;KVA 60 HZ, 13.2/0.44-0.23 2x2.5%, 150 KV NAB	U	19	2,800.00	53,200.00 ;
	3 ;TRANSFORMADOR MONOFASICO EN BANO DE ACEITE, 25 ;KVA 60 HZ, 13.2/0.44-0.23 2x2.5%, 150 KV NAB	U	22	2,100.00	46,200.00 ;
	4 ;TRANSFORMADOR MONOFASICO EN BANO DE ACEITE, 15 ;KVA 60 HZ, 13.2/0.44-0.23 2x2.5%, 150 KV NAB	U	25	1,600.00	40,000.00 ;
	5 ;SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT 27/38/KV 100 ;AMPERIOS, INSTALACION EXTERIOR	U	67	250.50	16,783.50 ;
	6 ;SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT 27/38/KV 100 ;AMPERIOS, INSTALACION EXTERIOR	U	90	200.60	18,054.00 ;
	7 ;PARARRAYOS TIPO AUTOVALVULA, 15/18KV DE 10xA ;150KV NAB, PARA 3000 e.s.n.a. INSTALACION EXT.	U	100	185.00	18,500.00 ;
	8 ;TERMINAL TRIPOLAR 15/18 KV CON MASA COMPAUND ;Y ACCESORIOS, INSTALACION EXTERIOR	U	4	350.00	1,400.00 ;
	9 ;FUSIBLE RAPIDO DE 15/25 KV 15A, TIPO K ;ADAPTABLE AL SECCIONADOR FUSIBLE	U	67	5.80	388.60 ;
	10 ;FUSIBLE RAPIDO DE 12/15 KV 10A, TIPO K ;ADAPTABLE AL SECCIONADOR FUSIBLE	U	90	4.50	405.00 ;
			SUB TOTAL	\$	248,131.10 ;
	TOTAL PARTIDA 6.2	\$			248,131.10 ;

6.2

METRADO Y PRESUPUESTO

ELECTRIFICACION Y DISEÑO DEL P.S.E. LLUSITA AYACUCHO EN 22.9-13.2 KV

OBRA : LINEA DE ALIMENTACION A LOS RAMALES I Y II LLUSITA-CANGALLO-HUANCAPI

LUGAR :CANGALLO - AYACUCHO

FECHA : 31-08-92

HOJA :1 de 2

ITEM	DESCRIPCION	Unid	CANTO.	P.UNID	COSTO TOTAL
A.- POSTES Y CRUCETAS					
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 12/400/150/330	U	2	385.86	771.72 ;
2	CRUCETA ANGULAR DE Fe GALV.; EN "L" DE 3 1/2" x 3 1/2" x 1/4" x 4.80 M. LONG.	U	6	76.70	460.20 ;
				SUBTOTAL \$	1,231.92 ;
B.- CONDUCTORES					
1	CABLE SUBTERRANEO DE ENERGIA. FORRADO DEL TIPO NKY 1-3x70 mm ²		70	53.10	3,717.00 ;
2	CABLE SUBTERRANEO DE ENERGIA, FORRADO DEL TIPO NY 1-3x50 mm ²		30		1,344.60 ;
3	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO, CABLEADO DE TEMPL SUAVE. 7 HILOS, DE 16 mm ² PARA P.A.T.	U	44	0.92	40.48 ;
				SUBTOTAL \$	5,102.08 ;
C.- AISLADORES FERRETERIA					
1	CADENA DE 3 AISLADORES DEL TIPO SUSPENSION CLASE 52.4 ANSI, CON ACCESORIOS:ADAPTADOR BOLA- HORQUILLA, CASQUILLO-OJO,GRAMP.DE ANCLAJE.	U		144.78	868.68 ;
2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN CLASE ANSI 55-5 , COLOR MARRON	U			49.56 ;
3	ESPIGA DE FIERRO GALV DE 3/4"DIA. x 8 3/4"LONG. CABEZA EMPLOMADA DE 1° ROSCAD. C/ARAND.TUERCA.	U			27.00 ;
4	PERNOS OJO DE Fe.60. 5/8" DIA.x12"LONG. CON ARAND.TUERCA Y CONTRATUERCA (P/CAD. DE AISL.)	U		4.75	28.50 ;
5	PERNOS OJO DE Fe.60. 5/8" DIA.x10"ONG. CON ARAND.TUERCA Y CONTRATUERCA (P/RETENIDAS.)	U		4.12	24.72 ;
6	PERNOS OJO DE Fe.60. 5/8" DIA.x12"LONG. CON ARAND.TUERCA Y CONTRATUERCA (P/CRUCETAS)	U	12	4.22	

NETRADO Y PRESUPUESTO

ELECTRIFICACION Y DISEÑO DEL P.S.E. LLUSITA AYACUCHO EN 22.9-13.2 KV

OBRA : LINEA DE ALIMENTACION A LOS RAMALES I Y II LLUSITA-CANGALLO-HUANCAPI

LUGAR :CANGALLO - AYACUCHO

FECHA : 31-08-92

HOJA :2 de 2

ITEM	DESCRIPCION	Unid	CANTO.	P.UNIT	COSTO TOTAL
7	ABRAZADERA DE Fe.60. DE 15" DIA CON ACCESORIOS COMPLETOS (SOST. CABEZALES)	U	2		29.86 ;
8	GRAMPAS DE Cu. DOBLE VIA PARA EMPALME DE CONDUCTORES # 1/0 AWG	U	6		18.78 ;
			SUBTOTAL \$		1,097.74
D.-	RETENIDAS Y ACCESORIOS				
1	AISLADOR DE TRACCION TIPO NUEZ 54-3 ANSI	U	6	6.95	41.70 ;
2	CABLE DE ACERO GALV. 3/8" DIA, 7 HILOS	M		1.83	137.25 ;
3	GRAMPA DE Fe.60 DOBLE VIA 3 PERN. PARA 3/8"	U	24	8.11	194.64 ;
4	GUARDACABOS PLANCHA ACERO GALV. 1/16" P/CAB.3/8"	U	12	0.50	5.94 ;
5	VARILLA DE ANCLAJE Fe.60.3/4"x8' long.C/T. y A.	U	2	25.16	50.32 ;
6	TEMPLADOR DE Fe.60. DE 3/4" x10' long.	U		23.68	142.08 ;
7	CANAleta GUARDA CABLE Ao.Go.1/16"x8' long.	U	6	22.72	136.32 ;
8	PLANCHA CUADRADA 4"x4"x1/4" ESPESOR	U	4	2.54	10.16 ;
9	BLOQUE DE CONCRETO DE 0.1x0.5x0.5 M	U	2		88.84 ;
			SUR TOTAL \$		1,953.63 ;
E.-	PUESTA A TIERRA				
1	J60 DE P.A.T. COMPUESTO DE LOS SIGTES. ELMNTS: VARILLA COPPERWELD 5/8"x8' long.. CONECTORES DE COBRE, CARBON VEGETAL, SAL MINERAL GRANULADO, TIERRA CERVIDA O FINA DE RIO.	J60	120	144.78	17,373.60 ;
			SUR TOTAL \$		17,373.60 ;
TOTAL PARTIDA 6.2 \$					26,750.97

METRADO Y PRESUPUESTO

ELECTRIFICACION Y DISEÑO DEL P.S.E. LLUSITA AYACUCHO EN 22.9-13.2 KV

OBRA : LINEA DE SUBTRANSMISION DOBLE TERNA LLUSITA-CANGALLO-HUANCAPI RAMAL I Y II

LUGAR :CANGALLO - AYACUCHO

FECHA : 31-08-92

HOJA :2 de 2

ITEM	DESCRIPCION	Unid	CANTD.	P.UNIT	COSTO TOTAL
D.- RETENIDAS Y ACCESORIOS					
1	AIKLADOR DE TRACCION TIPO NUEZ 54-3 ANSI	U	9	6.95	62.55 ;
2	CABLE DE ACERO GALV. 3/8" DIA, 7 HILOS	M	112	1.83	204.96 ;
3	GRAMPA DE Fe.60 DOBLE VIA 3 PERN. PARA 3/8"	U	36	8.11	291.96 ;
4	GUARDACABOS PLANCHA ACERO GALV. 1/16" P/CAB.3/8"	U	18	0.50	8.91 ;
5	VARILLA DE ANCLAJE Fe.60.3/4"x8' long.C/T. y A.	U	3	25.16	75.48 ;
6	TEMPLADOR DE Fe.60, DE 3/4" x10' long.	U	9	23.68	213.12 ;
7	CANALETA GUARDA CABLE Al.60.1/16"x8' long.	U	9	22.72	204.48 ;
8	PLANCHA CUADRADA 4"x4"x1/4" ESPESOR	U	3	2.54	7.62 ;
9	BLOQUE DE CONCRETO DE 0.1x0.5x0.5 M	U	3	44.42	133.26 ;
SUB TOTAL \$					1,202.34 ;
E.- PUESTA A TIERRA					
1	JGO DE P.A.T. COMPUETO DE LOS SGTES. ELMNTS: VARILLA COPPERWELD 5/8"x8' long., CONECTORES DE COBRE, CARBON VEGETAL, SAL MINERAL GRANULADO, TIERRA CERNIDA O FINA DE RIO.	JGO	20	144.78	2,895.60 ;
SUB TOTAL \$					2,895.60 ;
TOTAL PARTIDA 6.3 \$					58,642.62

CAPITULO VII

ANALISIS DE COSTOS

7.1. -ANALISIS DE LOS COSTOS DE LOS MATERIALES

7.1.1. -Costos de los materiales

Los costos están dados mayormente en base a las características técnicas que presentan los contratistas: los cuales varían de acuerdo a lo económico y la calidad del material a utilizar.

A.-Costo económico

Son costos que en sí cumplen aproximadamente las normas del ITINTEC; es decir son materiales que tienen características similares a los originales, pero que cumplen la misma función de trabajo; son llamados materiales comerciales.

B.-Costo real y/o de calidad

Son costos del material que reúnen las características técnicas normados por ITINTEC y normas de la DGE/MEM.

7.1.2. -Cálculos de los costos de materiales

A.-Costo de fabricación

Dado por la ecuación:

$$C_f = C_v + C_d$$

donde:

Cf = Costo de fabricación.

Cv = Costo de volumen y calidad.

Cd = Costo de depreciación.

B.-Costo unitario

Está dada por relación:

$$Cu = Cf / F$$

donde:

Cu = Costo unitario

Cf = Costo de fabricación

F = Peso del material

Por lo tanto:

$$Cm = Cu * Z$$

donde:

Cm = Costo del material

Z = Cantidad de material a utilizar

7.1.3. -Costo por partida de suministros

Es la sumatoria de los costos del material a utilizar en un montaje de obra:

$$Cos = \text{@Sum}(Cm1 + Cm2 \dots + Cmn)$$

7.1.4. -Costo por partida de suministro

Es la sumatoria de los costos por partida de suministros de los materiales a utilizar en un montaje total de obra.

$$Ctsm = \text{@Sum}(Cps1 + Cps2 \dots + Cpsm)$$

7.2. -COSTOS DEL TRANSPORTE

Está regulado por el Ministerio de Transporte en costo unitario por peso y/o volumen del material, pero para mayor rango de seguridad varia de 5% al 10% del costo unitario del material.

Se tomará:

$$Ct = 7\% Cu$$

Por tanto:

$$Ctm = Cu + Ct$$

$$Ctm = Cu + 0.07 Cu$$

7.3. -ANALISIS DE COSTOS DE LA MANO DE OBRA

7.3.1. -Costo de mano de obra por cuadrilla

Para la ejecución de los trabajos cimentación, excavación, levantamiento, tendido y armado de las instalaciones de las líneas y redes primarias en 22.9-13.2 Kv estarán a cargo de cuadrillas conformado por un Capataz, un técnico, un operario, un oficial y dos peones.

Los costos de horas hombre (hh) por cada trabajador, estarán regulados por la Cámara Peruana de Comercio (CAPECO), según Decreto Supremo N° 011-79VC del 01-Marzo de 1,979, según escalas de acuerdo al personal a emplear en el montaje.

Entonces:

$$Cmoc = Chho + Chhc + Chhp + Chht + Chhof$$

donde:

Cmoc = Costo mano de obra por cuadrilla.

Chho = Costo de horas hombre por operario.

Chhc = Costo de horas hombre por capataz

= 10% Chho

Chhp = Costo de horas hombre por peón.

Chht = Costo de horas hombre por técnico.

Chhof = Costo de horas hombre por oficial.

7.3.2. -Costo promedio de horas hombre

El costo está dado por la siguiente ecuación

$$C_p = C_{moc} / N \dots\dots\dots(1)$$

Donde

C_p = Costo promedio de horas hombre de la cuadrilla (S./HH)

C_{moc} = Costo mano de obra por cuadrilla

N = Cantidad de hombres por cuadrilla

7.3.3. -Deducción de la mano de obra para la instalación eléctrica

A.-Cálculo del rendimiento horario

Es el valor en sí de las horas hombre de una cuadrilla de trabajadores según la ecuación:

$$hh = n \times t \div u \dots\dots\dots(2)$$

donde:

hh = Rendimiento horario u horas hombre

n = Cantidad de hombres por especialidad

= Cantidad de material, equipos y accer-

sorios a utilizar

t = Tiempo en horas

B.-Cálculo del rendimiento horario total

Es la sumatoria de los rendimientos horarios del personal de la cuadrilla en la ejecución de una obra, empleando la ecuación:

$$hht = (@Sum(hhc + hhp + hho + hhof)$$

ó

$$hhT = (@Sum(no + np + nc + nof)*t)/u$$

donde:

hht = Rendimiento horario total

hhc = Rendimiento horario capataz = 10% hho

hho = Rendimiento horario operario

hhp = Rendimiento horario peones

hhof= Rendimiento horario oficial

C.-Cálculo del costo total de la mano de obra

Empleando las ecuaciones (1) y (2) tendremos

$$Cmo = Cp * hhT \dots\dots\dots(3)$$

donde:

Cmo = Costo total de la mano de obra

hhT = Rendimiento horario total

Cp = Costo promedio de horas hombre

D.-Cálculo del costo total unitario del material

en obra

Empleando las ecuaciones (3) y (4)

$$S = C_{tm} + C_{mo}$$

Luego:

$$S = C_u + 0.07 C_u + C_{mo}$$

E.-Cálculo del costo total del material eléctrico en obra

Según la siguiente ecuación:

$$T = S * Z$$

donde:

S = Costo total unitario del material

Z = Cantidad de material a utilizar

T = Costo total del material

A continuación se muestran los Cuadros resúmenes de los análisis de costos unitarios para el presente Proyecto de Electrificación rural ubicado en el Departamento de Ayacucho.

7.4. -RESUMEN DEL METRADO - PRESUPUESTO

El presupuesto se ha elaborado con costos a la fecha de Agosto 10 de 1,992 en dólares americanos.

7.4.1. -Gastos generales

A.-Costo de dirección técnica

Son costos que se obtienen del 15% del metrado, presupuesto de la partida total.

B.-Costo de utilidades

Son valores que se obtienen del 10% del presupuesto de la partida total.

Por tanto:

GG = Costo dirección técnica + utilidades

GG = 15% PB + 10% PB

GG = 25% PB

PB = Presupuesto base

A continuación se presentan los Cuadros del presupuesto resumidos por partidas

fluctuaciones de los precios de los elementos eléctricos que determinan el valor de la obra.

Según la Cámara Peruana de Comercio (CAPECO)

$$K = a \frac{J_r}{J_o} + b \frac{M_r}{M_o} + c \frac{E_r}{E_o} + d \frac{V_r}{V_o} + e \frac{GUr}{GUo}$$

donde:

K = Coeficiente de reajuste de valorización en el costo de la obra.

a.b.c.d.e.: Son factors de incidencia en el costo total de la obra.

J,M,E,V,GU: Símbolos de los elementos eléctricos a emplear.

o : Subíndice del valor inicial a la fecha del presupuesto base.

r Subíndice del valor final a la fecha del reajuste.

Por tanto la Electrificación y Diseño del P.S.E. Llusita Ayacucho a 22.9 13.2. KV tendrá la siguiente fórmula polinómica con los valores obtenidos en el acápite 7.5 tenemos:

$$K = 0.140 \frac{PCr}{PCo} + 0.291 \frac{CEr}{CEo} + 0.276 \frac{AFr}{AFo} + 0.016 \frac{RAR}{RAo} \\ + 0.049 \frac{TPr}{TPo} + 0.199 \frac{GUr}{GUo}$$

Donde:

PC = Posterías y crucetas

CE = Conductores eléctricos

AF = Aisladores y ferreterías

RA = Retenidas y accesorios

TP = Transformadores y equipos de protección

GU = Gastos generales y utilidades

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al desarrollo del proyecto se ha llegado a las siguientes conclusiones:

8.1.-La cimentación e instalación de postes y crucetas de C.A.C. y C.A.V. es con el objeto de preservar la seguridad de la línea de subtransmisión ante posibles daños y/o atentados como a la vez disminuir sus costos de su uso por ser empleados como apoyo de doble terna de los Ramales I y II.

8.2.-La cimentación e instalación de postes y crucetas de madera tratada es con la finalidad de:

Disminuir costos por ser cada vez mayor y/o elevado los costos de los postes de C.A.C.; postes de fierro e incluso los tradicionales postes importados de pino o abeto.

Disminuir la cantidad de postes a emplear por ser utilizados en espaciamentos entre estructuras de 120 m. y 150 m. promedio; debido a sus propiedades físicas y resistencias mecánicas como de su durabilidad y anatómicas naturales.

Por ser muy utilizado en la sierra central del Perú para las electrificaciones rurales por ser

bajo su costo.

8.3.-Por la magnitud de la obra y el abaratamiento de los costos en la adquisición de los postes y el montaje, es de necesidad de la implementación de plantas pilotos de tratamiento de árboles a base del método Boucheris o del desplazamiento de la savia en las localidades de Llusita, Cangallo y Huancapi con el objeto de:

abaratar el costo del transporte al momento de la ejecución de montaje de obra por estar en la distancia media de una línea primaria.

Disminuir los costos de obra por existencia de árboles en abundancia, ser bajo su costo de adquisición y bajo su costo de inversión en el tratamiento.

8.4.-Se recomienda el uso de árboles de eucaliptus *lubulus labill* esto por:

Sus propiedades físicas y mecánicas: su estructura anatómica, durabilidad natural, trabajabilidad de la madera, sus características de preservación y secado.

Haber pasado pruebas por investigaciones efectuadas por la Universidad Nacional Agraria en convenio con el Ministerio de Energía y Minas e ITINTEC.

Su existencia en zonas entre altitudes de 2,000 y

3,000 m.s.n.m. y sus usos múltiples en especial en las zonas mineras para el encofrado y apuntalamiento de los túneles de acceso y producción.

8.5.- Tanto al inicio y en los extremos de las líneas en las diferentes sub troncales de alineamiento en derivación, se instalarán pararrayos y seccionadores fusibles con el objeto de conducir a tierra las descargas atmosféricas y retirar de servicio dicho circuito de existir ondas de sobretensión y cargas superior a los 40,000 amperios; protegiendo de esta manera la continuidad del servicio de las centrales térmicas como de las subestaciones sin el corte de la corriente en la conducción.

8.6.- Todos los apoyos y estructuras metálicas del patio llaves de la subestación elevadora y en donde existan subestación de distribución las armaduras metálicas y ferreterías de los postes de C.A.C. deberán de ponerse en conexión a tierra mediante el conductor neutro y conductor de puesta a tierra a las mallas de cobre y varillas de Cu tipo Copperwela de las pozas de tierra; como medida de precaución contra sobretensiones de origen atmosféricos y magnéticos producido por nubes cargadas de energía eléctrica.

8.7.-Se tratará de obtener en lo posible que la resistencia de paso a tierra por los electrodos no deberán de exceder los 20 ohmios; permitiendo de esta manera la conducción de las corrientes de descargas atmosféricas y el paso de las corrientes de alta frecuencia productos de rayos.

8.8.-Las redes de distribución en baja tensión deberán de estar bien aislados y conectados a tierra para evitar la continuidad de energía por inducción y/o magnetismo de las redes en alta tensión así como evitar las sobre tensiones que se producirían, si por un defecto en el transformador se pusiesen en contacto los arrollamientos de alta y baja tensión.

8.9.-Se evitará en lo posible que las líneas trifásicas, bifásicas y monofásicas con retorno a tierra crucen con líneas eléctricas, líneas de telecomunicaciones, con líneas ferreas y carreteras, así como con rios y zonas pantanosas, cumpliendo con las distancias mínimas requeridas de existir cruzamientos que a continuación se detallan:

Con líneas eléctricas

$$d \text{ mínima} = 1.57 + \frac{V}{150} \dots(m) \leq 2m$$

Con líneas ferreas y carreteras

$$d \text{ mínimo} = 6.3 + \frac{V}{100} \dots(m) \leq 7 m$$

Con rios y zonas navegables

$$d \text{ mínimo} = G + 2.3 + \frac{\quad}{100} \dots(m) \leq 8 \text{ m}$$

Donde:

V = Tensión de la línea en KV

G = Altura mínima barcos o botes.

8.10.-Las líneas de subtransmisión de un sistema monofásico con retorno a tierra se instalará lo más lejos posible de las líneas telefónicas con el objeto de evitar el acoplamiento electrostático y electromagnético, por las interferencias que producirían las corrientes armónicas de carga de retorno por tierra: así también se evitará el paralelismo manteniendo entre los conductores más próximos una distancia mínima de 1.5 veces la altura del apoyo más alto.

8.11.-Las líneas trifásicas, bifásicas y monofásicas con retorno a tierra respetarán el derecho de vía y minimizar el pago por derecho de vía especialmente cuando pasa por lugares cercanos a centros poblados o zonas agrícolas.

8.12.-Con las líneas monofásicas con retorno a tierra se reducirán los costos de electrificación aproximadamente entre 30% a 40% con referencia al sistema monofásico tradicional, asimismo se ahorrará la pérdida de energía e incrementará la capacidad de

la línea, por ser la tierra un conductor de resistencia insignificante eliminándose sustancialmente las pérdidas y caídas de tensión por el conductor de puesta a tierra.

8.13.-Con el sistema monofásico con retorno a tierra multiaterrado se han reducido los niveles de aislamiento así como los costos en un 10% al 15% con respecto al sistema monofásico en razón de estar constantemente la línea neutra conectado a tierra en todo su recorrido en la línea de subtransmisión en 22.9 - 13.2 KV y en 13.2 KV 10.440 - 0.230 KV

8.14.-Que las resistividades del suelo y/o terreno del departamento de Ayacucho, son bastante bajas por ser zona agrícola; ya que de acuerdo a estudios efectuados por las ex-upes de Electro Perú, muestran que la mayoría de los valores de resistividad están por debajo de los 100 ohmios-m. con valores promedio de 55.5 ohmios-M, y que las personas y animales estarán protegidos de los valores de las tensiones de paso y toque por estar las resistencias de puestas a tierra muy por debajo de los 20 ohmios; siendo sus promedios entre 50 ohmios y 8 ohmios en el sistema a 22.9 - 13.2 para una potencia de 37.5 KVA y 50 KVA.

8.15.-Los conductores de puesta a tierra para las líneas

de subtransmisión no serán menores a 10 mm^2 de sección, esto de acuerdo a la magnitud de la carga de la corriente que recorrerá el neutro por ser multiaterrado y conectado en todo su recorrido para la deducción y protección de las caídas de tensión como de las personas y estructuras de la línea de subtransmisión en 22.9 - 13.2 KV.

BIBLIOGRAFIA

1.0.-Hernan Untiveros Zaldivar

"Diseño de líneas de transmisión aérea a altas tensiones"

Asociación Electrotécnica Peruana (A.E.P.)

2.0.-Miguel Angel Becerra Fernandez

"Cálculo mecánico de líneas de transmisión de potencia"

3.0.-Carlos Huallasco

"Curso instalaciones electricas II"

Universidad Nacional de Ingeniería

4.0.-Gaudencio Zopretti JUdez

"Redes eléctricas de alta y baja tensión"

Barcelona 1,978 Sexta edición

5.0.-G. Castel Franchi

"Centrales eléctricas"

Tomo II

6.0.-Dinkar Mukhedar Ph. D.

"Técnicas de puesta a tierra en sistemas de potencia"

Lima - Perú 1,982

7.0.-Jorge Inares Olguin

"Diseño de subestaciones eléctricas de alta tensión"
Asociación Electrotécnica Peruana (A.E.P.)

8.0.-Wilfredo Ortiz R.

"Proyectos de electrificación aérea"
Electro Perú S.A.

9.0.-Luis Prieto Gomez

"Criterios para la selección y diseño de sistemas de
distribución rural en el Perú"
Electro Perú S.A.

10.0.-Eleodoro Agreda V.

"Introducción laboratorio de medidas eléctricas II"
Universidad Nacional de Ingeniería

11.0.-Oscar León Moscol

"Estudios para aplicación de líneas monofásicas con
retorno por tierra"
Barcelona - 1,974

12.0.-Orlando Chavez Chacaltana

"Instalaciones eléctricas de distribución"
Electrolima - 1,981

13.0.-Orlando Chavez Chacaltana

"Terminales y empalmes de cables para transporte de

energía"

Asociación Electrotécnica Peruana (A.E.P.)

14.0.-Orlando Chavez Chacaltana

"Selección, pruebas e instalación de cables para distribución de energía eléctrica"

Asociación Electrotécnica Peruana (A.E.P.)

15.0.-Victor Gonzales Flores

"Postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía"

Electroperú S.A. - 1,986

16.0.-Luis Lazo Velarde

Luis Torres Casabona

"Postes de eucaliptus en líneas de transmisión"

Centromín - Perú

17.0.-William Rodriguez Giraldez

"Técnicas de protección I"

Electro Centro S.A.

18.0.-Luis Montañez Luna

"Sistema de protección eléctrica"

Electro Perú S.A.

19.0.-Carlos Arroyo E.

"Cálculos de pararrayos en sistemas de distribución"

Electro Centro S.A.

20.0.-Código Nacional de electricidad

"Prescripciones generales"

Tomo I

21.0.-Código nacional de electricidad

"Sistema de distribución"

Tomo IV

22.0.-Ministerio de Energía y Minas

"Normas de conductores eléctricos en redes de
distribución"

DGE-018-CA-2/1,983

23.0.-Ministerio de Energía y Minas

"Normas de postes, crucetas y mensulas de concreto
armado y de madera para redes de distribución"

DGE-0-15-PD-1

24.0.-ACCSA (Acero Concreto Centrifugado S.A.)

"Catálogo postes, crucetas y palomillas de red
primaria"

25.0.-AMISA (Amauta Industrial S.A.)

"Accesorios y ferreterías de Fe Galv. red primaria"

Lima - Perú

26.0.-B.B.C. (Brown - Boveri)

"Catálogo de maquinarias y equipos eléctricos"

27.0.-A.B. Chance Co.

"Products for electrical transmission y distribución"

International division

Catálogo 1.71

28.0.-Rodolfo Castillo Aristondo

"Normas para la elaboración de fórmulas polinómicas
de reajuste automático de precios"

Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO)

29.0.-CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción)

"Costos de horas hombre en edificación"

Lima Perú - 1,992

30.0.-Luis Galarza Rosazza

"Líneas de distribución primaria en 22.9-13.2 KV"

Lima Perú - 1,987