

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



“LINEA PRIMARIA EN 22.9KV DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE PACARENCA A LA CIA MINERA HUALLANCA (PUCARRAJO)”

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE :

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR :

JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ

PROMOCIÓN 1991 – II

LIMA – PERÚ

2005

**“LINEA PRIMARIA EN 22.9 KV DE LA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE
PACARENCA A LA CIA. MINERA
HUALLANCA (PUCARRAJO)”**

A la memoria de mis padres:

- José Gonzáles Lujan (QEPD)
- Irene Sánchez Montero

En agradecimiento a la educación recibida en el proceso de mi formación como persona y profesional.

SUMARIO

En la administración pública a la que Hidrandina S.A. como Concesionaria del servicio público de electricidad de la Zona Ancash Sierra estuvo hasta el 22 de Diciembre de 1,998, fecha en que se privatizó, siendo el grupo Gloria el benefactor de dicha licitación para su administración; con preocupación se ha visto en la actualidad la irregular evaluación de Inspección y Pruebas a las obras eléctricas ejecutadas antes del año de 1998, así mismo el mal mantenimiento que se realizaba en ese entonces, siendo perjudicial para la operatividad estable de todo un sistema eléctrico que está constantemente expuesto a los fenómenos atmosféricos y a inclemencias de tipo naturales de la zona

Por lo que en la actualidad se ha tomado el trabajo para la optimización técnico económica de la ejecución de obras eléctricas que deben reunir requisitos mínimos para que entren a operar nuevas obras eléctricas, del mismo modo se ha tomado en cuenta los mantenimientos correctivos y preventivos para una mejor operatividad del sistema.

El presente trabajo está elaborado en concordancia a las experiencias vividas en la evaluación de obras eléctricas supervisadas a través de la Oficina de Ingeniería de Distribución de la Hoy Unidad de Negocios Huaraz - Hidrandina S.A.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	4
1.1. Objetivo	4
1.2 Antecedentes	4
1.3 Metodología seguida en el desarrollo del proyecto	4
1.3.1 Fuentes de Información	4
1.3.2 Trabajo de Campo	5
1.3.3 Diseño de Redes	5
1.3.4 Alcances del Proyecto	6
CAPITULO II	
MEMORIA DESCRIPTIVA	8
2.1 Generalidades	8
2.2 Antecedentes de las instalaciones existentes	8
2.3 Instalaciones existentes de generación	9
2.4 Alcances del estudio	9
2.5 Ubicación	9
2.6 Características climáticas y geográficas	10
2.7 Potencia instalada	10

2.8	Máxima demanda	10
2.9	Criterios de diseño	11
2.9.1	Bases de calculo	11
2.9.2	Niveles de tensión	11
2.9.3	Nivel de aislamiento	11
2.9.4	Conductor	12
2.9.5	Puesta a tierra	13
2.9.6	Parámetros del diseño mecánico de conductores	13
2.9.7	Parámetros del diseño eléctrico	14
2.9.8	Hipótesis para el calculo mecánico de las estructuras de soporte	15
2.10	Estructuras de las líneas	16
2.10.1	Distribución de estructuras	16
2.10.2	Configuración de armados de las estructuras:	16
2.10.3	Armados para la línea de transmisión:	16
2.10.4	Coefficientes de seguridad	21
2.10.5	Característica de las retenidas	21
2.10.6	Equipos y materiales utilizados	21
2.11	Planilla de estructuras	23
CAPITULO III		
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS		32
3.1	Postes de madera	32
3.1.1	Normas aplicables	32
3.1.2	Tratamiento de la madera	32
3.1.3	Postes	33
3.1.4	Pruebas	33

3.1.5	Información requerida	34
3.2	Crucetas de madera	34
3.3	Conductores de Aleación de Aluminio	35
3.3.1	Alcance	35
3.3.2	Normas Aplicables	35
3.3.3	Descripción del Material	36
3.3.4	Conductores de Amarre	36
3.3.5	Embalaje	37
3.4	Accesorios metálicos para conductores	37
3.4.1	Alcance	37
3.4.2	Normas Aplicables	38
3.4.3	Descripción de materiales	38
3.4.4	Manquito de Empalme para conductores de Aleación de Aluminio	38
3.4.5	Manguito de Reparación para conductores de Aleación de Aluminio	38
3.4.6	Varillas de Armar	38
3.4.7	Grapas de Suspensión (Grapa de ángulo)	39
3.4.8	Grapas de Anclaje	40
3.4.9	Cinta de armar	41
3.4.10	Embalaje	41
3.5	Accesorios Metálicos para Armados	41
3.5.1	Alcance	41
3.5.2	Normas Aplicables	41
3.5.3	Descripción del Material	41
3.5.4	Perno Ojo	41
3.5.5	Tuerca Ojo	42

3.5.6	Pernos Maquinados	42
3.5.7	Arandelas Cuadradas, Curvas, Planas y Redondas	42
3.5.8	Espiga Recta (larga) para cruceta	42
3.5.9	Espiga para punta de poste	43
3.5.10	Abrazadera partida de fierro 4 sectores a 90°	44
3.5.11	Platina de extensión	44
3.5.12	Tirafondo	44
3.5.13	Perno coche	44
3.5.14	Perno doble armado	44
3.5.15	Conector de aluminio	44
3.5.16	Grapa de plancha doblada	44
3.5.17	Soporte separador de vértice de poste	45
3.5.18	Tubo espaciador	45
3.5.19	Espaciador para crucetas	45
3.5.20	Brazo angular de fierro	45
3.5.21	Braquete de extensión	45
3.5.22	Pruebas e Inspección	45
3.5.23	Embalaje	46
3.6	Aisladores y Accesorios	46
3.6.1	Alcance	46
3.6.2	Normas Aplicables	46
3.6.3	Descripción del Material	46
3.6.3.1	De los Aisladores	46
3.6.3.2	De los Accesorios	47
3.6.4	Características de los aisladores y accesorios	47

3.7	Puesta a tierra	50
3.7.1	Alcance	50
3.7.2	Normas aplicables	50
3.7.3	Descripción del material	50
3.7.4	Conductor	50
3.7.5	Varilla de puesta a tierra	50
3.7.6	Conector de varilla a tierra	50
3.7.7	Conector perno partido	51
3.7.8	Grapas tipo "u", otros	51
3.7.9	Pruebas	51
3.7.10	Embalaje	51
3.8	Retenidas	51
3.8.1	Alcances	51
3.8.2	Normas aplicables	52
3.8.3	Descripción del material	52
3.8.4	Cable de acero	52
3.8.5	Varilla de anclaje	52
3.8.6	Guardacabos y grapas paralelas	52
3.8.7	Mordaza preformada	52
3.8.8	Perno angular con ojal guardacabo	53
3.8.9	Arandela para anclaje	53
3.8.10	Arandela curvada	53
3.8.11	Bloque de concreto	53
3.8.12	Embalaje	53
3.9	Cable de guarda	53

3.9.1 Alcances	53
3.9.2 Normas aplicables	54
3.9.3 Fabricación	54
3.9.4 Descripción del material	54
3.9.5 Pruebas. Embalaje	55
3.9.6 Inspección y pruebas	57
3.9.7 Información técnica a presentar	58
3.10 Accesorios del cable de guarda	58
3.10.1 Alcance	58
3.10.2 Normas Aplicables	58
3.10.3 Descripción de los Accesorios	59
3.10.4 Ensamblajes de suspensión para cable de guarda	59
3.10.5 Ensamblajes de anclaje para cable de guarda	59
3.10.6 Manguitos de empalme para cable de guarda	60
3.10.7 Manguitos de reparación para cable de guarda	60
3.10.8 Amortiguador tipo stockbridge para cable de guarda	60
3.10.9 Galvanizado	60
3.10.10 Inspecciones y Pruebas	60
3.10.11 Embalaje	61
3.10.12 Información técnica a presentar	61
3.11 Equipos de seccionamiento y protección	61
3.11.1 Alcance	61
3.11.2 Normas aplicables	61
3.11.3 Descripción de los equipos	62
3.11.4 Pararrayos para 22, 9 kv.	62

3.11.5	Las características principales de los pararrayos instalados al inicio y al final de la línea	62
3.11.6	Las características principales de los pararrayos instalados a lo largo de la Troncal	63
3.11.7	Placa de características	65
3.11.8	Seccionadores fusibles	65
3.11.9	Seccionador fusible tipo cut- out	65
3.11.10	Fusibles	67
3.12	Interruptor automático de recierre (Recloser)	67
3.12.1	Alcance	67
3.12.2	Normas Aplicables	67
3.12.3	Características del Interruptor de Recierre	67
3.12.4	Aspectos generales	67
3.12.5	Requerimientos de Diseño y Construcción	68
3.13	Sistema de Medición	73
3.13.1	Alcance	73
3.13.2	Normas Aplicables	73
3.13.3	Condiciones Ambientales	73
3.14	Transformadores de distribución	74
3.14.1	Alcance	74
3.14.2	Normas Aplicables	74
3.14.3	Características de los Transformadores Trifásicos	75
3.14.4	Pruebas	77
3.14.5	Embalaje	78
3.14.6	Información Técnica Requerida	78

CAPITULO IV**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE ELECTROMECAÁNICO 80**

4.1	Generalidades	80
4.2	Instalación de postes	80
4.2.1	Ubicación de poste	80
4.2.2	Izamiento de poste	80
4.3	Instalación de aisladores	81
4.3.1	Aislador tipo PIN	81
4.3.2	Aisladores Poliméricos	81
4.4	Instalación de retenidas	82
4.5	Tendido de conductores	82
4.6	Sistema de puesta tierra	83
4.7	Montaje e instalación del cable de guarda	83
4.8	Equipos de seccionamiento: Pararrayos y Seccionadores	84
4.9	Montaje del sistema de medición	84
4.10	Pruebas y Puesta en Servicio	85
4.10.1	Secuencia de fase	86
4.10.2	Continuidad	86
4.10.3	Resistividad	86
4.10.4	Pruebas de Aislamiento	86
4.10.5	Pruebas con Tensión	86
4.11	Recepción Provisional	86
4.12	Plazo de Garantía	86

CAPITULO V

CALCULOS JUSTIFICATIVOS	88
5.1 Normas Aplicables	88
5.2 Distancias mínimas de seguridad	88
5.2.1 Distancia de seguridad entre los conductores en los soportes para el mismo circuito y diferentes circuitos.	88
5.2.2 Distancia Vertical entre Conductores Tendidos en diferentes estructuras Soportes.	89
5.2.3 Distancia Vertical de Conductores sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua (Según CNE Tabla N° 232-1)	89
5.2.4 Distancias Mínimas a terrenos boscosos o árboles aislados (DEP/MEM)	90
5.2.5 Distancia Mínima entre los conductores y sus accesorios bajo tensión y elementos puestos a tierra	90
5.2.6 Distancia Horizontal Mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano	90
5.2.7 Distancia Vertical Mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano.	91
5.3 Determinación del Nivel de Aislamiento	91
5.4 Tensiones Nominales Corregidas	92
5.5 Criterios para la Selección del Aislamiento	93
5.5.1 Sobre tensiones Exteriores	93
5.5.2 Sobre tensiones Internas	94
5.5.3 Contaminación atmosférica	95
5.5.4 Conclusión	97
5.5.5 Aislamiento por sobre tensiones a frecuencia industrial en seco	98

5.5.6	Aislamiento por sobre tensiones atmosféricas	99
5.6	Dimencionamiento de los Pararrayos	102
5.6.1	Máxima Tensión Continua de Operación (MCOV)	103
5.6.2	Otra forma de calcular las características del pararrayo	103
5.6.3	Caída de tensión en los cables de conexión del pararrayos (Ldi/dt)	110
5.6.4	Especificaciones Suministro	113
5.7	Cálculo de la posición del cable de guarda, Conclusión	114
5.8	Selección del Conductor	117
5.8.1	Cálculo de la resistencia	118
5.8.2	Cálculo de la reactancia inductiva	119
5.8.3	Cálculo de la caída de tensión: Sistema trifásico	120
5.8.4	Determinación de pérdidas	122
5.9	Calculo Mecánico de Conductores	126
5.9.1	Datos generales	126
5.9.2	Hipótesis considerada	126
5.9.3	Conceptos básicos	127
5.9.4	Ecuación de cambio de estado	128
5.10	Cálculo de retenidas	133
5.11	Cálculo del bloque de anclaje	135
5.11.1	Conclusión	136
5.11.2	Cálculo del a cimentación	136
CAPITULO VI		
METRADO Y PRESUPUESTO		139
6.1	Metrado y presupuesto	139
6.2	Análisis de costos unitarios	144

CONCLUSIONES	174
PLANOS	176
BIBLIOGRAFÍA	207

PROLOGO

El presente informe de ingeniería comprende el diseño a nivel definitivo de la línea primaria en 22.9KV desde la Central Hidroeléctrica de Pacarenca hasta la Mina Puca Raju (CIA Minera Huallanca), ubicado en distrito de Huallanca de la provincia de Bolognesi, en el Departamento de Ancash y se ha desarrollado siguiendo las disposiciones del Código Nacional de Electricidad, Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844, las Normas DGE/MEM, DGE/DEP y las recomendaciones de la empresa Concesionaria HIDRANDINA S.A.

En el desarrollo del proyecto se ha considerado que este debe contener toda la información necesaria para que se constituya en un documento técnico que permita la construcción del mismo, para lo cual se ha contado con fuentes de información, tales como la carta nacional, datos meteorológicos, información tomada del personal técnico-operativo del servicio menor de Chiquian que administra las operaciones de la Central Hidráulica de Pacarenca y toma notas de las causales de eventos operativos a lo largo de la línea especialmente por descargas atmosféricas que ocasiona fallas a la línea y como consecuencia afecta la operatividad de la Central.

En la memoria descriptiva se hace una descripción de la ubicación del proyecto, vías de comunicación, clima condiciones socioeconómicas y de los alcances del proyecto. Asimismo se presenta una breve descripción del proyecto que da una idea general del proyecto, tales como las instalaciones existentes, fuente de suministro, de los parámetros de diseño y de las características electromecánicas de las instalaciones.

Se ha elaborado asimismo las especificaciones técnicas de materiales y equipos, para lo cual se ha tenido en cuenta la normalización existente para este tipo de proyectos.

Asimismo se presenta las especificaciones de montaje y pruebas que establecen los procedimientos a seguir en la construcción de la red.

Parte importante del proyecto es el estudio de la Máxima Demanda, para lo cual se ha utilizado la carga instalada en la planta de la mina y proyecciones que tendría a tres etapas.

En el capítulo de los cálculos electromecánicos se ha tomado en cuenta lo recomendado por las normas DGE/DEP y el CNE para el cálculo mecánico de conductores y posteria; y cálculos eléctricos. Se presentan en todos ellos los coeficientes de seguridad hallados lo que garantiza un adecuado diseño de las estructuras y del conductor seleccionado. En este capítulo se presenta una planilla de estructuras que resume las características de cada estructura de la línea y nos da los principales datos de la línea y del equipamiento de las estructuras.

El costo del proyecto se presenta en forma separada para los materiales y equipos, montaje, transporte, gastos generales y utilidad en forma detallada para su mejor comprensión.

Se ha elaborado, para la estimación del costo del montaje, los análisis de costos unitarios por partida de obra, en el cual se contempla los rendimientos para cada partida de obra, los cuales se han estimado de acuerdo a la experiencia que se cuenta por haber estado a cargo de ejecución de obras similares, con costos de hombres hora del régimen de construcción civil, ya que la obra se ejecuto por contrato.

Se ha elaborado asimismo el cronograma de barras de ejecución de obra y las formulas polinómicas de reajuste de precios de acorde con los índices CREPCO.

Todo el trabajo desarrollado se plasma finalmente en los planos que se presentan, de los perfiles y planimetría de la línea y de los detalles de los armados en media tensión diseñados en base a los armados normalizados de la DGE/DEP adaptados a las necesidades

propias del proyecto.

Finalmente se presentan las principales conclusiones y recomendaciones extraídas de todo el trabajo que espero que constituya un aporte pequeño del autor sobre todo para aquellos que se inician en el diseños de redes de media tensión.

CAPÍTULO I INTRODUCCION

1.1. Objetivo

El presente informe tiene como objetivo, el diseño a nivel de definitivo, de las instalaciones correspondientes al Sub Sistema de Distribución Primaria requeridos para la electrificación de la Planta Minera de Puca Raju, de esta forma el suministro de energía sería por generación Hidráulica con el cual estaríamos consiguiendo dos objetivos principales como: evitar la contaminación a consecuencia de la quema de petróleo para obtener energía eléctrica por generación térmica y el ahorro de costos económicos sustanciales en la elaboración del producto final relacionado al tratamiento de metales.

1.2. Antecedentes

El servicio de generación Hidráulica con que cuenta la Mina Puca Raju data desde los últimos meses del año 2001, proyecto que fue financiado por la CIA Minera Huallanca; anterior a esta fecha sus trabajos de tratamiento de metales fue por generación térmica, contando para ello con un grupo de 500KW, el cual afectaba en gran magnitud el costo del producto final y como consecuencia la contaminación ambiental de la zona.

En la actualidad dicha planta Minera su consumo de máxima demanda esta alrededor de 850KW proyectándose a consumir en poco tiempo hasta 1000KW ó más esto dependiendo de la demanda y precio del mercado de los metales.

1.3. Metodología seguida en el desarrollo del proyecto

1.3.1 Fuentes de información

En esta etapa, se obtuvo información, de las fuentes complementarias para el desarrollo del proyecto, de las siguientes entidades:

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Instituto Geográfico Nacional.
- HIDRANDINA S.A.
- Archivos de Registro Meteorológico de ELECTROPERU
(Oficina de Meteorología)
- Minera Huallanca (Puca Raju)

1.3.2 Trabajos de campo

En esta etapa consistió en los levantamientos topográficos con personal calificado y con experiencia en el levantamiento de perfiles altiplanimétricos para líneas primarias de este nivel.

Los levantamientos de campo se efectuaron luego de obtener de la empresa Concesionaria la correspondiente factibilidad de suministro y punto de alimentación, lo cual fue coordinado por el autor con los ingenieros de la empresa. Asimismo luego de efectuar un reconocimiento del terreno y definir la ruta de la línea en la carta nacional.

El levantamiento de campo se efectuó teniendo en cuenta las recomendaciones existentes en la literatura técnica, a fin de lograr la menor longitud de la línea y teniendo en cuenta la accesibilidad para efectos de facilitar su construcción y minimizar costos sin afectar lo técnico.

1.3.3 Diseño de redes

Con los datos de campo y de las fuentes complementarias se establecieron los principales parámetros y bases para el diseño y luego se procedió al desarrollo del mismo para lo cual se siguió la siguiente secuencia:

- Estudio de demanda de potencia y energía con lo cual se definió la capacidad de la sub estación de distribución.
- Selección del nivel de tensión, posteria, conductores, equipamiento de la sub estación de medición, protección.

- Definición del esquema eléctrico del proyecto.
- Calculo de los parámetros eléctricos, resistencia, reactancia, factor de caída de tensión, factor de perdidas de potencia, calculo de caída de tensión y perdidas de potencia con lo cual se determino la sección del conductor.
- Ubicación de la sub estación de distribución, distribución de estructuras en el perfil de la línea con las plantillas de flechas y al mismo tiempo la selección del tipo de armado a usar de acorde con los ángulos horizontales, vanos etc. Este trabajo se plasma materialmente en los planos de perfil, planos de detalles y planillas de estructuras.
- El calculo mecánico de conductores, de postes, de las curvas de plantilla de flechas, de retenidas, crucetas y bloque de anclaje.
- Elaboración de las especificaciones técnicas de suministro de materiales y equipos de montaje y pruebas.
- Metrados, presupuesto, análisis de costos unitarios y cronograma de ejecución de obra del proyecto, para lo cual se definieron las partidas de construcción y se determino las cantidades de materiales y equipos a emplear, los metrados de las partidas de construcción; y a precios de mercado se determino el costo del proyecto por rubros (materiales, montaje, transporte, gastos generales, utilidad, etc.)

1.3.4 Alcances del proyecto

Al margen de los alcances descritos en la memoria descriptiva, el presente informe en función a su propósito debe constituir un informe de ingeniería para la titulación profesional del autor, intenta demostrar la factibilidad de la ejecución de esta obra para la Planta Minera de Puca Raju, en relación a su costo/beneficio y demostrar que el costo por kilómetro de línea y por KVA instalados es menor que los estándares conocidos, lo cual se puede lograr estos objetivos.

Asimismo, que este informe se constituya en un aporte que se sume y amplíe la información existente de trabajos similares a fin que se sirva de referencia a estudiantes y egresados que se inician en el diseño de redes y líneas primarias de electrificación.

CAPÍTULO II MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 Generalidades

El presente estudio se desarrollo por encargo de la CIA Minera Huallanca SAC. con la finalidad de atender la demanda de energía eléctrica de la Mina Pucarrajo, situada en la Provincia de Bolognesi en el Departamento de Ancash.

El estudio incluye el tramo de la Línea Primaria en 22,9 KV desde la central hidroeléctrica de Pacarenca hasta la Mina de Pucarrajo.

2.2 Antecedentes de las instalaciones existentes

Líneas Primarias en 22.9 KV:

C.H. Pacarenca – Minera Huallanca SAC (Pucarrajo)

C.H. Pacarenca – Minera Magistral

Líneas Primarias en 13.2KV:

C .H. Pacarenca – Racrachaca

C. H. Pacarenca - Pacarenca – Aquia – Carcas – Pampam – Chiquian y derivación a Huasta

El presente estudio técnico, tiene como antecedente la solicitud de “Factibilidad de Suministro y Punto de Alimentación de Energía Eléctrica” a la empresa concesionaria en generación aislada y distribución denominada Hidrandina S.A., la misma que fijo como punto de entrega en el pórtico de salida de la C.H. Pacarenca, ubicada en el Distrito de Aquia, Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash, a un nivel de tensión de 22.9 KV.

Paralelamente existe un sistema perteneciente al Pequeño Sistema Eléctrico de Chiquian, cuyo alimentador es independiente la cual da servicio a los pueblos mencionados anteriormente, siendo su configuración radial trifásica en 13.2 KV.

2.3 Instalaciones existentes de generación

Actualmente la fuente de generación del P.S.E. de Chiquian, es la C.H. Pacarenca que puede entregar es hasta una potencia de 2000 KW con Grupos de Generación Hidráulica (Dos de 200KW y dos de 800KW) a una tensión de 0.40 KV, la cual es elevada a 13.2KV y 22.9KV a través de dos transformadores elevadores, la primera de 500KVA, con relación de transformación de 0.40/13.2KV y la segunda de 2500KVA, con relación de transformación de 0,40/22,9KV, abasteciendo de energía eléctrica a las localidades de Pacarenca, Racrachaca, Huasta, Carcas, Pampam y Chiquian a un nivel de tensión de 13.2KV, las cuales consumen una potencia máxima aproximada de 280KW y la Minera Huallanca (Pucarrajo) de 1000KW y Magistral de 400KW a un nivel de tensión de 22.9KV respectivamente.

2.4.1 Alcances del estudio

Comprende el diseño a nivel de ejecución de línea primaria en 22,9 KV de C.H. Pacarenca a la Mina Pucarrajo, cuyo contenido se presenta en la memoria descriptiva, especificaciones técnicas de suministro y montaje, cálculos justificativos, metrado y presupuesto y planos. Las instalaciones comprendidas dentro del proyecto se indican en el diagrama unifilar, comprende de una línea trifásica de 30.400 KM de longitud de conductor aleación de aluminio de 70 mm².

2.5 Ubicación

El proyecto esta ubicado en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi (dpto. de Ancash), a 450 KM al NE de Lima y 15 km al oeste de la mina Huanzala (3500 – 4800 m.s.n.m.) entre las coordenadas siguientes: 264000 – 272000 ESTE y 8888000 – 8916000 NORTE.

2.6 Características climáticas y geográficas

El clima de la región es típico de la sierra, frío y seco; con intensas lluvias y frecuentes precipitaciones pluviales:

Temperatura máxima absoluta	24 °C
Temperatura media anual	19 °C
Temperatura mínima absoluta	-10 °C
Humedad relativa	baja
Altitud promedio	4,150 m.s.n.m.
Altitud media	3,500 m.s.n.m.
Altitud máxima	4,800 m.s.n.m.
Velocidad del viento	75 km/h.
Topografía	accidentada

2.7 Potencia instalada

Antes de la ejecución de obra del presente proyecto la Mina Pucarrajo tenía una potencia instalada de 300 KVV, la cual era suministrada con motores diesel, en la actualidad dicha Mina a incrementado su consumo hasta el rededor de 1000KW pero abasteciéndose con generación hidráulica.

2.8 Máxima demanda

En el estudio se realizo un análisis para distintas demandas de potencia que van de 0.6 a 1 MW de acuerdo al diagrama unifilar de la C.H. Pacarenca, determinándose la caída de tensión y las perdidas por efecto Joule para cada demanda de potencia, obteniéndose que para 1 MW se tiene una caída de tensión de 3,85 % y perdidas por efecto Joule de 0,034 MW, todo esto mostrado en el cuadro N° 1 del capitulo de cálculos justificativos, en el cuadro N° 2 se muestra la regulación de perdidas de potencia del P.S.E. Chiquian desde la C.H. Pacarenca con la inclusión de la Mina Pucarrajo con una demanda de 1MW, del análisis se logro determinar la sección económica del conductor de aleación de aluminio de 70mm².

De acuerdo al cuadro se puede inferir que la Máxima Demanda para la Mina fue de 1000 kW, suministrada en (03) etapas:

ETAPA	POTENCIA SUMINISTRADA (KW)	TOTAL
1 era Etapa	600 KW	
2 da Etapa	800 KW	
3 era Etapa	1000 KW (*)	

(*) Estamos en esta etapa

Tabla 2.1

2.9 Criterios de diseño

2.9.1 Bases de cálculo

El diseño de las línea de distribución primaria 22,9 Kv se han efectuado siguiendo los lineamientos del Código Nacional de Electricidad tomos I y IV, Normas de la D.G.E. del M.E.M., EX- ITINTEC y REA de los E.E. U.U .de Norte América.

2.9.2 Niveles de tensión

Para la selección de los niveles de tensión de manera que permitan transmitir la energía en forma optima y mantener el nivel de perdidas dentro de sus limites permitidos, se ha tomado en cuenta la oferta existente, las demandas actuales y futuras y las distancias de cada localidad, siendo los niveles de tensión seleccionados para la línea de distribución en 22,9 kV.

2.9.3 Nivel de aislamiento

El Nivel Básico de Aislamiento (BIL), esta definido por la máxima tensión de cresta de una sobre tensión de impulso de frente escarpado, que es capaz de resistir el aislamiento de un equipo, sin que ocurra corriente disruptiva entre las fases.

Para efecto de selección de nivel de aislamiento por la altitud de instalación, el aislamiento exterior se ha incrementado en 1.25% por cada 100m de sobre los 1000 m.s.n.m.

El factor de corrección (FC) por altitud, se aplico a los valores del flameo al impulso, a la frecuencia de servicio y a la longitud de fuga mediante la siguiente expresión:

$$FC = 1 + \frac{1.25 \times (H - 1000)}{1000} \quad (2.1)$$

Donde:

h = Altitud de instalación en metros (Mayor de 1000 m).

Para efectos de la selección del nivel de aislamiento se han tomado en cuenta los criterios de sobre tensiones internas y sobre tensiones externas, así como las de contaminación ambiental.

Con el objeto de obtener los tipos de aisladores mas adecuados de las líneas de distribución primarias 22,9 kv, se debería haber dimensionado para la máxima altitud sobre el nivel del mar, es decir para 4.800m.s.n.m.

Pero el objetivo del presente proyecto se desarrolla con la finalidad de que el sistema sea técnicamente aceptable y cuantitativamente económico, tal es así que dividiremos nuestros cálculos de análisis en dos partes, la primera desde la C.H. Pacarenca (Ubicado a nivel de altura de 3500msnm) hasta la estructura N° 90 (4200msnm – Santa Teresa) y la segunda desde la estructura N° 91 hasta la estructura N° 144 (Mina Pucarrajo)

Al aplicar los factores de corrección de altitud recomendados por las normas IEC y considerando que en el área del proyecto la contaminación ambiental es mínima, se han seleccionado los siguientes tipos de aisladores:

TIPO	CLASE
PIN	ANSI 56 – 3, 56 – 4
SUSPENSION	POLIMERO

Tabla 2.2

Se están considerando protección mediante cables de guarda, para alturas mayores a los 4,200 m.s.n.m.

2.9.4 Conductor

En la línea se utilizo conductores de Aleación de aluminio. La sección utilizada de acuerdo a nuestros cálculos del flujo de carga es:

MATERIAL	Aleación de aluminio
SECCIONES	70 mm ²

Tabla 2.3

La sección de los conductores se ha calculado en forma tal que las máximas caídas de tensión establecidas para una adecuada regulación al final del periodo de análisis no superan el 4 % de la tensión nominal.

Los parámetros eléctricos de los conductores, teniendo en cuenta la temperatura máxima de operación de 40 °C son:

	Resistencia (Ohm / km)
Temperatura	70 mm ²
20 °C	0.495
40 °C	0.531

Tabla 2.4

2.9.5 Puesta a tierra

Las puestas a tierra de las estructuras son de dos tipos:

Tipo PT1

Con electrodos cooperweld de 5/8 Diam. X 2.4 m de longitud y relleno con sales electroquímicos y tierra de cultivo.

Tipo PT2 :

Llevaran conductor de cobre enrollado semi-helicoidalmente en la base del poste sujetado con grapas de cobre tipo “U”.

2.9.6 Parámetros del diseño mecánico de conductores

Hipótesis del trabajo

En el área del proyecto, la altitud Sobre el Nivel Mar varía entre 3,500 y 4,800 m.s.n.m., en tal sentido se ha establecido dos zonas geográficas, siendo las hipótesis de

trabajo las siguientes:

Altura : de 3.500 a 4.800 m.s.n.m.

Hipótesis para el Cálculo Mecánico de los conductores

Hipótesis de Máximo Esfuerzo

- . Temperatura : - 10 °C
- . Presión del viento : 23,625 kg/m² (75 km/h)
- . hielo : 0
- . Máximo Esfuerzo : 40% de T. de rotura

Hipótesis de esfuerzo diario (EDS)

- . Temperatura : 10 °C
- . viento : 0 kg/m² (0 km/h)
- . Máximo Esfuerzo : 18 % de T. de rotura

Hipótesis de Máxima Flecha

- . Temperatura : 40 °C
- . Viento : 0 kg/m² (0 km/h)
- . Máximo Esfuerzo : No es limitante

Los resultados de cálculo mecánico se muestran en los cálculos justificados

2.9.7 Parámetros del diseño eléctrico

- . Tensión nominal
 - Entre fases : 22,9 kv
- . Tensión máxima de servicio
 - Entre Fases : 25,0 kv
- . Nivel básico de Aislamiento
- . A cero m.s.n.m.
- . A la frec. industrial

- (60 c/s) : 50 kv RMS
- Al impulso (1.2mseg.) : 125 kv
- A 4700 m.s.n.m.
- A la frec. industrial
- (60 c/s) : 70 kv RMS
- Al impulso (1.2 mseg.) : 170 kv
- Factor de corrección por : 1.475
- altura (4800 m.s.n.m.)
- temperatura del conductor:
- La Máxima temperatura del conductor a 15 °C de temperatura de ambiente es
- De 40 °C.
- Factor de potencia:
- Factor de potencia promedio : 0,90
- Desbalance de corriente
- Max. Tolerancia de desbalance: + - 20 %

2.9.8 Hipotesis para el cálculo mecánico de las estructuras de soporte

Se emplearon las Hipótesis estipuladas por el CNE – tomo IV para zonas ubicadas a más de 3000m.s.n.m., considerándose las Hipótesis y cargas resultantes del cálculo mecánico de los conductores.

Distancias mínimas consideradas en este proyecto sobre la superficie del terreno es superando lo preestablecido en las normas :

- Al cruce de carreteras, calles y caminos en zona rural : 7.00 mt
- A lo largo de carreteras, calles y caminos en zona rural : 6.50 mt
- Al cruce y a lo largo de áreas no transitables por vehiculos : 5.50 mt
- Al cruce y a lo largo de calles y caminos en zona rural : 6.50 mt

2.10 Estructuras de las líneas

Las estructuras de soporte de las líneas primarias, estarán conformadas por postes de madera tratada y crucetas de madera.

2.10.1 Distribución de estructuras

En la distribución de estructuras se ha utilizado el perfil altiplanimétrico elaborado por CEDIMIN S.A.C., aprobado por el ing. J.M. Georgel P., el cual fue proporcionado por Hidrandina, siendo el trazo en escalas de:

Horizontal 1:2000 y vertical 1:500. La localización de estructuras se ha realizado mediante el uso de programas computarizados.

2.10.2 Configuración de armados de las estructuras

Se ha diseñado de acuerdo a los vanos adyacentes, función que deben cumplir en base a las normas DGE/MEM y DGE/DEP y recomendaciones de la concesionaria, en el siguiente ítem se describe a cada una de ellas.

2.10.3 Armados para la línea de transmisión

Armados de la serie “A1 – A10” y SM:

Los armados de la serie “A1, A2, A5 y A10”, corresponden a las líneas de simple circuito 22,9 kv montados en un solo poste, sistema trifásico, los de la serie “A6, A6-1, A7, A7-1” corresponden a la línea de simple circuito montadas en 2 postes, sistema trifásico, para conductores de aleación de aluminio de 70mm² de sección. Los armados de la serie “A8, A8-1” corresponden a la línea de simple circuito 22,9 kv montados en 3 postes, sistema trifásico, para conductores de aleación de aluminio de 70mm². Además se tiene el armado “SM” compuesto de 2 postes para el sistema de medición, seccionamiento y protección.

Las configuraciones adoptadas son:

a) Armados de la serie (A1):

Se utilizo en alineamiento y para ángulos de cambio de dirección entre 0° y 5°. Para

una distancia horizontal entre fases de 1.10mt, esta constituido por una cruceta de madera de 4"x5"x2.40mt, un poste de madera tratada de 12mt de clase 6, grupo D y tres aisladores tipo PIN, su uso esta limitado a vanos de 210m.

Armados de la serie (A1 - 1):

Se utilizo en alineamiento y para ángulos de cambio de dirección entre 0° y 5°. Para una distancia horizontal entre fases de 1.10mt, esta constituido por una cruceta de madera de 4"x5"x2.40mt y otra de 4"x5"x1.00mt, con la finalidad de sujetar cable de guarda a 10cm de la punta del poste, el poste es de madera tratada de 14mt de clase 5, grupo D y tres aisladores tipo PIN, su uso esta limitado a vanos de 210m.

b) **Armados de la serie (A2):**

Se utilizo en cambios de dirección para ángulos comprendidos entre 6° y 30°. Para una distancia horizontal entre fases de 1.10mt con dos crucetas de madera de 4"x5"x2.40mt, un poste madera tratada de 12mt de clase 5, grupo D y seis aisladores tipo PIN, La distancia entre fases, su uso esta limitado a vanos de 210m.

c) **Armados de la serie (A5):**

Se utilizo en cambios de dirección y anclaje intermedio. Para una distancia horizontal de 1.10mt entre fases, constituido por un poste de 12mt de clase 5, grupo D, con dos crucetas de madera de 4"x5"x2.40mt, seis cadenas de suspensión con sus grampas tipo pistola y un aislador tipo PIN en la fase central, su uso esta limitado a vanos de 210m.

Armados de la serie (A5 – 3P):

Se utilizo para seccionamiento en Línea conjugado con un juego de tres pararrayos conectados a una puesta a tierra. La distancia horizontal es de 1.10mt entre fases, constituido por un poste de 12mt de clase 5, grupo D, con tres crucetas de madera de 4"x5"x2.40mt, seis cadenas de suspensión con sus grampas tipo pistola.

Armados de la serie (A5 - 1):

Se utilizo en cambios de dirección y anclaje intermedio. Para una distancia

horizontal de 1.10mt entre fases, constituido por un poste de 14mt de clase 5, grupo D, con dos crucetas de madera de 4"x5"x2.40mt, seis cadenas de suspensión con sus grampas tipo pistola y un aislador tipo PIN en la fase central instalado en posición horizontal en el poste, su uso esta limitado a vanos de 210m, a este armado se agregado a 10 cm de la punta del poste para sostener el cable de guarda.

d) Armados de la serie A6:

Se utilizo en alineamiento con dos postes de madera tratada de 12mt de clase 5, grupo D, con una cruceta de madera 4"x5"x4.00mt. y tres aisladores del tipo PIN. Para una distancia entre fases de 2m, se instalo en vanos menores a 350m.

Armados de la serie A6 – 3P:

Se utilizo en alineamiento con dos postes de madera tratada de 12mt de clase 6, grupo D, en la cruceta de madera 4"x5"x4.00mt. esta instalado tres aisladores del tipo PIN y un juego de tres pararrayos conectados a un enmallado de puesta a tierra. Para una distancia entre fases de 1.85m, se instalo en vanos menores a 350m.

e) Armados de la serie A6 – 1 (Especial para cable de guarda):

Se utilizo en alineamiento, están contruidos por 2 postes de madera de 14mt de clase 5, grupo D; con una cruceta de madera de 4"x5"x2.40mt y otra de 4"x5"x4.00mt, con tres aisladores Pines en la cruceta mas larga y en la cruceta mas corta se encuentra instalado el cable de guarda a través de un tubo extensor de F°G° de 0.65mt. Para una distancia entre fases de 1.85m, se podrá usar vanos menores a 350m.

Armados de la serie A6 – 1(3P) (Especial para cable de guarda con pararrayos):

Se utilizo en alineamiento, están contruidos por 2 postes de madera de 14mt de clase 5, grupo D; con una cruceta de madera de 4"x5"x2.40mt y otra de 4"x5"x4.00mt, con tres aisladores Pines en la cruceta mas larga y en la cruceta mas corta se encuentra instalado el cable de guarda a través de un tubo extensor de F°G° de 0.65mt. Para una distancia entre fases de 1.85m, se podrá usar vanos menores a 350m y en la cruceta de 4.00mt se encuentra

instalado un juego de tres pararrayos conectados a un enmallado de puesta a tierra

f) Armados de la serie A7 :

Se utilizo en cambios de dirección y anclajes intermedios, constituido por dos postes de madera de 12mt de clase 5, grupo D; con dos crucetas de madera de 4"x5"x4.00mt, seis cadenas de suspensión con sus respectivas grampas tipo pistola. Para una distancia horizontal entre fases de 1.85m, se usaron para vanos menores a 350m.

g) Armados de la serie A7 – 1 (Especial para cable de guarda):

Se utilizo en cambios de dirección y anclajes intermedios, están constituidos por 2 postes de madera tratada de 14m de clase 5, grupo D; con dos crucetas de madera de 4"x5"x2.40mt en la parte superior del poste y las otras dos de 4"x5"x4.00mt, con seis cadenas de suspensión con sus respectivas grampas pistolas y en la cruceta mas corta se encuentra instalado el cable de guarda. Para una distancia entre fases de 1.85m, la separación vertical entre crucetas debe ser mayor a 2.00mt, se usaron para vanos menores a 350m

h) Armados de la serie A8 :

Se utilizo en cambios de dirección y anclajes intermedios. Para una distancia entre fases de 3.5m. utilizados en vanos hasta de 550m, esta constituido de tres postes de madera tratada de 12mt, clase 5, grupo D; seis cadenas de suspensión, tres pines, seis grampas tipo pistola y seis retenidas

i) Armados de la serie A8 – 1 (Especial para cable de guarda):

Se utilizo en cambios de dirección y anclaje intermedios, están constituidos por 2 postes de 12m y uno de 14m ubicado en la parte central para el cable de guarda, de clase 5, grupo D, seis cadenas de suspensión, tres pines, seis grampas tipo pistola y seis retenidas. Para una distancia entre fases de 3.5m. Se utilizo en vanos hasta de 550mt y separación entre cable de guarda y cables de fases mayor a 2.00mt.

Armados de la serie A8 – 1(3P) (Especial para cable de guarda y pararrayos):

Se utilizo en cambios de dirección y anclaje intermedios, están constituidos por 2 postes de 12m y uno de 14m ubicado en la parte central para el cable de guarda, de clase 5, grupo D, seis cadenas de suspensión, tres pines, seis grampas tipo pistola y seis retenidas, además en cada fase esta instalado un pararrayo conectado aun enmallado de puestas a tierra. Para una distancia entre fases de 3.5m. Se utilizo en vanos hasta de 550m y separación entre cable de guarda y cables de fases mayor a 2.00mt.

j) Armados de la serie PSEC – 3G (A10):

Se utilizo en fin de línea. Para una distancia entre fases de 1.10mt, constituido por poste de madera de 14mt, clase 5, grupo D, cuatro crucetas de madera de 4”x5”x2.40mt, tres cadenas de suspensión, tres seccionadores, tres pararrayos, cable seco con terminales del tipo KIT, fin de cable de guarda y una retenida.

k) Armados de la serie PA2 - 3:

Se utilizo en cambio de dirección con anclaje de suspensión por fase y cable de guarda, constituido por tres cadenas de suspensión, tres grampas tipo suspensión y el poste de madera tratada de 14m, grupo D clase 5.

l) Armados de la serie PRH – SEC(3P):

Se utilizo en seccionamiento de Línea instalado con un juego de pararrayos, con anclaje por ambos lados por fase debido a que los vanos adyacentes son de gran longitud, esta constituido además; por dos postes de madera tratada de 12m de clase 5, grupo D, dos crucetas de madera de 100x125x2400mm, cuatro crucetas de 100x125x4000mm, seis cadenas de suspensión con grampas tipo pistola correspondiente y cable de cobre de 25mm² de temple blando conectado a su puesta a tierra correspondiente.

m) Armados de la serie SEM - P:

Se utilizo para la derivación del punto de alimentación a la primera estructura del proyecto, en sus bases se instalaron los seccionadores tipo Cut – Out, de y los pararrayos.

En las bases inferiores se colocara el trafomix que sirve para el sistema de medición y otro para el interruptor reconectado (reclosed), asimismo en esta estructura inicia el cable de guarda.

2.10.4 Coeficientes de seguridad

Parta los efectos de construcción de las estructuras se han tomado en cuenta el código nacional de electricidad tomo IV.

Con respecto al esfuerzo de rotura se han aplicado los siguientes factores de seguridad.

Para postes.-

Condiciones normales	3.0
Condiciones anormales	2.0

Para crucetas.-

Condiciones normales	3.0
Condiciones anormales	2.0

Para retenidas.-

Condiciones normales	3.0
----------------------	-----

Para espigas.-

Condiciones normales	1.67
----------------------	------

2.10.5 Característica de las retenidas

Para la línea de distribución primaria se ha considerado una sola configuración de retenidas para las estructuras.

Se ha previsto el uso de cable de acero de 3/8 “de diámetro según su requerimiento.

El anclaje se hará mediante bloques de concreto armado.

2.10.6 Equipos y materiales utilizados

a) Estructuras

Se ha seleccionado postes de madera de eucalipto.

Los postes a utilizarse serán de 12 y 14m (clases 5, grupo D).

b) **Crucetas**

Las crucetas tienen las dimensiones, que se indican en los metrados y planos, sometidos a tratamientos de preservación.

c) **Conductores**

Para la línea de distribución primaria en 22,9 KV, se ha seleccionado conductores de aleación de aluminio de 70 mm² de sección. (ALUMINIUM ALLOY TIPO 6201-T- 81 WIRE FOR ELECTRICAL PURPOSE).

d) **Aisladores**

Aisladores Tipo Espiga

Se ha seleccionado tipo pin, que cumplan con las prescripciones de las normas Ansi C29.5 y C29.6.

Para el diseño se ha seleccionado del tipo 56-3 y 56-4.

Aisladores Tipo Polimerico Suspesion

Se utilizaron del tipo polimérico, Horquilla-Ojo.

e) **Equipo de maniobra y proteccion**

Para la protección y el seccionamiento de la troncal y derivaciones, se ha considerado la instalación de seccionadores fusibles unipolares del tipo Cut- Out y pararrayos clase distribución.

Características principales de los seccionadores:

Tensión Nominal de Operación	22.9 kV
Tensión nominal del equipo	27.0KV
Corriente Nominal	100 A
Nivel de Aislamiento	150KV (BIL)

Las características principales de los pararrayos instalados al inicio y al final de la línea troncal en son:

.Tensión Nominal de Operación	:	22.9 KV
.Tensión Máxima de servicio	:	25 KV
.Tensión Nominal del pararrayo	:	21.0 KV
.Máxima Tensión de Operación Continua MCOV – r.m.s.	:	17.0 KV
.Corriente Nominal de descarga con onda de 8/20 useg	:	10KA
.Frecuencia Nominal	:	60 Hz
.Fabricación	:	Cooper Power Systems

Las características principales de los pararrayos instalados a lo largo de la troncal son:

.Tensión Nominal de Operación	:	22.9 KV
.Tensión Máxima de servicio	:	25 KV
.Tensión Nominal del pararrayo	:	24.0 KV
.Máxima Tensión de Operación Continua MCOV – r.m.s.	:	19.5 KV
.Corriente Nominal de descarga con onda de 8/20 useg	:	10KA
.Frecuencia Nominal	:	60 Hz
.Fabricación	:	Cooper Power Systems

f) Ferretería

Todos los elementos de ferretería serán de A°G° en caliente. El material que se ha seleccionado es de amplio uso en el país

2.11 Planilla de estructuras

En los cuadros de planillas de estructuras se detallan en forma general los tipos y números de las estructuras de la línea, asciendo un total de 144 estructuras de la línea mas la

estructura para medición, seccionamiento y protección. Las planillas se adjuntan en los anexos.

CAPÍTULO III

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS

3.1 Postes de madera

Material:

Estas especificaciones cubren el suministro de los postes de madera tratada de eucalipto (*Eucalyptus Globulus Labill*), cortados antes de ser sometidos al tratamiento preservante.

3.1.1 Normas aplicables

Cumple con las prescripciones de la versión vigente de las siguientes normas;

ITINTEC 251.021 Postes de madera; Glosario.

ITINTEC 251.022 Postes de madera; Requisitos Generales

ITINTEC 251.023 Postes de madera; Ensayo de Rotura

ITINTEC 251.024 Postes de Eucalipto

ITINTEC 251.025 Postes de madera; Extracción de Muestras

ITINTEC 251.026 Postes de madera; Penetración de los preservantes.

ITINTEC 251.027 Valor tóxico y permanencia del preservante.

3.1.2 Tratamiento de la madera

El tratamiento a darse a la madera fue el de desplazamiento de la savia o de BOUCHERIE; realizado de acuerdo a las recomendaciones técnicas pertinentes.

La sustancia preservante a ser aplicada a presión durante un periodo adecuado de tiempo, estará conformada por sales hidrosolubles OSMOSE K-33 compuestas por sulfato de cobre, pentóxido de arsénico y dicromato de potasio, en proporción adecuada para lograr las optimas características de fungicida, insecticida y fijación.

La retención mínima será de 0.60 libras de sal por pie cúbico de madera.

El periodo de secado posterior al tratamiento con las sustancias preservantes fue como mínimo de 80 días y se efectuó al aire libre y bajo sombra.

Deberá tomarse precauciones especiales contra la aparición de rajaduras en el poste, tal como; el uso de grúa durante la operación del talado.

No se aceptaran postes con rajaduras excesivas y de longitud mayor de 30 cm. con la parte superficial de la madera.

3.1.3 Postes

Los postes utilizados cumplen y superan las dimensiones y cualidades técnicas de aquellos que corresponden al grupo "D. (esfuerzo máximo a la flexión entre 600 y 700 kg/cm²) de la clasificación ITINTEC y será de las siguientes longitudes.

Altura	12	12
Clase	5	6
Grupo	D	D
Diámetro en la cabeza (cm)	14.30	11.94
Diámetro en la línea de empotramiento (cm)	24.20	23.88
Esfuerzo máximo de flexión KN/cm ²	4.91	4.91
Carga de rotura KN	8.44	6.67
Modulo de Elasticidad KN/cm ²	1216	1216

Tabla 3.1

Cada poste fue marcado en su superficie lateral y en su base indicando su longitud, clase y año.

3.1.4 Pruebas

El Proveedor presentará al Propietario copias certificadas de los documentos que demuestren que los postes han pasado satisfactoriamente todas las pruebas de fabricación prescritas por las Normas ITINTEC 251.021, 251.022, 251.023, 251.024, 251.025, 251.026 y

251.027:

3.1.5 Información requerida

- Nombre de la especie de madera, nombre comercial y procedencia;
- Longitud.
- Diámetro de la base:
- Diámetro de la punta:
- Carga de rotura aplicada en la punta:
- Características de la sustancia o solución preservante y nombre comercial;
- Especificación de la norma aplicada en el tratamiento preservativo;
- Retención neta de la sustancia o solución preservante;
- Peso total aproximado;
- Protocolo de ensayo de cada uno de los tipos de postes requeridos (para cada altura y carga de trabajo en la punta);
- Propiedades mecánicas de la madera utilizada después de haber sido secada indicando contenido de humedad, módulo de elasticidad, esfuerzo último a la flexión, esfuerzo máximo al aplastamiento en el sentido de la fibra y perpendicular a la fibra, esfuerzo al corte en el sentido de la fibra. Peso neto aproximado por clase y altura de poste.
- Plazo de entrega.

3.2 Crucetas de madera:

Características de las Crucetas

Las crucetas tendrán las dimensiones, que se indican en los metrados y planos, serán de las especies forestales especificadas sometidas a tratamientos de preservación.

El material que se use cumplirá con las prescripciones de la versión vigente de las siguientes normas:

ITINTEC 251.021 Postes de madera: Glosario.

ITINTEC 251.022 Postes de madera: Requisitos Generales

ITINTEC 251.023 Postes de madera: Ensayo de Rotura

ITINTEC 251.024 Postes de Eucalipto

ITINTEC 251.025 Postes de madera: Extracción de Muestras

ITINTEC 251.026 Postes de madera: Penetración de los preservantes.

ITINTEC 251.027 Valor tóxico y permanencia del preservante.

Los valores mecánicos mínimos requeridos para la especie de madera utilizada para crucetas se muestran a continuación y corresponden a madera seca con un contenido de humedad de aproximadamente 12 %.

- Módulo de elasticidad 1216 KN/cm²
- Esfuerzo Máximo de flexión : 4.91 KN/cm²
- Esfuerzo de aplastamiento
paralelo a la fibra 4.91 KN/cm²

Sus dimensiones son las siguientes:

- Cruceta de 100 x 125 x 2400 mm
- Cruceta de 100 x 125 x 4000 mm
- Cruceta de 100 x 125 x 4300 mm

3.3 Conductores de aleación de aluminio

3.3.1 Alcance

Estas especificaciones técnicas cubren el suministro de los conductores de Aleación de Aluminio, describiéndose calidades mínimas aceptables, fabricación, inspección, pruebas y entrega del material.

3.3.2 Normas aplicables

Las normas aplicables a la fabricación de los alambres, cableadas, pruebas e inspección y suministro de conductores de Aleación de Aluminio serán las que correspondan a la versión vigente a la fecha de presentación de la oferta:

ITINTEC P-370.227, 370.221, 370.223

IEC 104,208

ASTM B 399, B 398, DB, B193 – 49 IACS

DIN 480201, 480202

3.3.3 Descripción del material

Son de Aleación de Aluminio, compuesto de Aluminio, Magnesio y Silicio, cableado concéntricamente y desnudos de diecinueve (19) y siete (07) hilos.

Los hilos de la Capa exterior del conductor serán cableados a la mano derecha, estando las capas interiores cableadas en sentido contrario entre sí.

Las características principales requeridas son las que se muestran a continuación.

CARACTERÍSTICAS	Sección (mm ²)
	70
Sección real (mm ²)	65.8
Diámetro Exterior (mm)	10.75
Diámetro de los alambres (mm)	2.15
Peso unitario (kg/km)	190
Resistencia en C.C a 20°C (Ohm/Km)	0.495
Número de hilos	19
Carga mínima de rotura (kg)	1738
Coefficiente de dilatación lineal a 20°C ¹	23x10 ⁻⁶
Modulo de elasticidad (kg/cm ²)	5700

Tabla 3.2

3.3.4 Conductores de amarre

Para el amarre se utilizará conductores de aleación de aluminio, sólido y desnudo de 16 mm².

3.3.5 Embalaje

Los conductores fueron entregados en carreteras de tipo caracol robustez, para soportar cualquier tipo de transporte y debidamente cerrado con madera para proteger al conductor de cualquier daño.

Cada carreta llevó en un lugar visible la descripción:

- Nombre del propietario.
- Nombre del Proyecto;
- Tipo de formación del conductor;
- Sección en mm²,
- Longitud del conductor en el carrete en metros;
- Peso bruto y neto en kgs.
- Número de identificación del carrete.
- Datos del certificado de prueba del conductor.
- Nombre del fabricante y fecha de fabricación.
- Una flecha indicadora del sentido en que se rodará el carrete en su desplazamiento.

La madera de los carretes será suave libre de defectos y capaz de permanecer en prolongado almacenamiento sin deteriorarse.

Las caras de los carretes serán constituidas de dos piezas de madera, con sus vetas transversales entre sí y las tablas colocadas juntas entre sí proporcionando máxima solidez.

El costo del embalaje fue incluido en la cotización del fabricante y los carretes no fueron devueltos.

3.4 Accesorios metálicos para conductores:

3.4.1 Alcance

Estas especificaciones Técnicas cubren el suministro de los accesorios metálicos para conductores de Aleación de Aluminio, describiéndose calidades mínimas aceptables, fabricación, inscripción, pruebas y entrega del material.

3.4.2 Normas aplicables

El material que se nombre en estas especificaciones cumplió con las prescripciones de las normas vigentes:

ASTM A 153 Zinc Coating (hot Dip) on Iron and Steel Hardware

ASTM B 230 Hand Drawn Aluminium for.

ECH19 Electrical Purposes

ASTM A 7 Forged Steel

ITINTEC 341.028; 341.082; 341.083; 350.049

COMITÉ DE NORMALIZACIÓN CN-NO-015

3.4.3 Descripción de materiales

3.4.4 Manquito de empalme para conductores de aleación de aluminio

Son del tipo a compresión, de Aluminio ó Aleación de Aluminio, aptos para conductores de 70 mm².

Los manguitos tienen una resistencia mecánica no menor del 95% de la resistencia de los conductores a empalmar; también una resistencia eléctrica no mayor al de los conductores y estarán libres de todo defecto que no dañen al conductor luego de efectuada la compresión con el juego de dados apropiados.

3.4.5 Manguito de reparación para conductores de aleación de aluminio

Son del tipo a compresión, de Aluminio o Aleación de Aluminio, apropiados para reforzar conductores con hilos dañados de 70 mm² de sección.

3.4.6 Varillas de armar

Son de Aleación de Aluminio para asegurar la protección mecánica y eléctrica de los conductores.

Las Varillas son largas, de longitud de acuerdo al calibre del conductor, del tipo preformado para ser montadas fácilmente en su correspondiente conductor y enrolladas en sentido contrario a la de la capa exterior de los hilos del mismo. Las mismas evitan toda

posibilidad de daños a los hilos del conductor en el momento de su montaje y/o en cualquier situación de servicio.

Se utilizaron de dos longitudes y sus características son:

TIPO	SIMPLE
Sección Conductor (mm ²)	70
Longitud (mm)	1370
Nº de Varillas / Jgo.	10
Diámetro de cada varilla (mm)	4.24
Diámetro total (mm)	19.84

Tabla 3.3

TIPO	SIMPLE
Sección Conductor (mm ²)	70
Longitud (mm)	1680
Nº de Varillas / Jgo.	10
Diámetro de cada varilla (mm)	4.24
Diámetro total (mm)	19.84

Tabla 3.4

3.4.7 Grapas de suspensión (Grapa de ángulo)

El cuerpo y sujetador es de aluminio, para conductores de Aleación de Aluminio. Están provistos de dos (02) pernos en "U" cuatro (04) arandelas de presión, cuatro (04) tuercas hexagonales, un pin pasante de acero galvanizado en caliente para fijar el adaptador Casquillo - ojo.

La grapa es del tipo conductor pasante tan liviana como sea posible; y se empleó para suspender el conductor en los casos en que la Línea presente ángulos de treinta (30°) hasta sesenta (60°) grados.

La grapa está unida a la cadena de aisladores por medio del adaptador Casquillo-ojo,

la cual presentará el menor momento de Inercia posible y deberá poder balancear libremente en el plano vertical hasta un ángulo de sesenta (60°) grados con la horizontal

La cuña Inferior de las grapas de suspensión es diez (10) veces el diámetro del conductor correspondiente, mientras que el taco superior tiene el largo mínimo compatible con la distribución uniforme de la presión de ajuste.

En todos los casos, la longitud de la grapa de suspensión será la más adecuada al ángulo de enrollamiento del conductor en el punto de amarre.

Las embocaduras de la ranura de soporte en las piezas en contacto con el conductor son adecuadamente acampanadas y el ángulo máximo de salida del conductor es de 22° con respecto a la horizontal.

La carga de ruptura de la grapa es del orden de 6804 Kg.

3.4.8 Grapas de anclaje

Las grapas de anclaje tienen el cuerpo y el sujetador del conductor de aluminio para conductores de dicho material. En los anclajes de los conductores y/o fin de línea se utilizó grapas de anclaje tipo pistola, aptas para alojar a los conductores de Aleación Aluminio de 70 mm² de sección.

Son provistos de dos (02) pernos en "U", cuatro (04) arandelas de presión, cuatro (04) tuercas hexagonales, un pin pasante de la grapa tipo pistola que fija al aislador de la cadena; las mismas que son de acero galvanizado en caliente con una impregnación de 80 micrómetros mínimo, y además de un pasador de seguro del pin pasante de acero inoxidable.

El diseño de las grapas de anclaje facilita la formación del cuello muerto necesario para la continuidad eléctrica y mecánica del conductor, por lo que el cuerpo Inferior obtiene su dobléz e Inclinación no inferior a diez 10° con la vertical, y evitar siempre el acercamiento a la estructura y ferreterías manteniendo siempre las distancias mínimas de seguridad.

La grapa de anclaje tiene como tiro de rotura mínimo 6804 Kg.

3.4.9 Cinta de armar

En todas las estructuras donde el conductor está fijado mediante grapas de anclaje, se utilizó cintas de aluminio o aleación de aluminio para protección del conductor.

3.4.10 Embalaje

El postor embaló convenientemente según la naturaleza del material a fin de que no sufran daños durante el transporte y manipuleo que puedan afectar su normal funcionamiento, además adjuntó los respectivos folletos de instrucciones, montaje y/o almacenamiento y la lista de empaque.

3.5 Accesorios metálicos para armados

3.5.1 Alcance

Estas especificaciones técnicas cubren el suministro de los accesorios metálicos para armados, describiendo las calidades mínimas aceptables, fabricación, inspección, pruebas y entrega del material.

3.5.2 Normas aplicables

El material que se nombre en estas especificaciones cumplió con las prescripciones de las normas vigentes a la fecha de presentación de la oferta:

ASTM A 153, 86, A90

ASTM A 7 Forged Steel

ITINTEC 341.028; 341.082; 341.083; 350.049; 341.140

COMITE DE NORMALIZACION CN-NO-009; CO-NO-012; CN-NO-015

3.5.3 Descripción del material

3.5.4 Perno Ojo

Para su fabricación se empleó barras lisas de 16mm de diámetro, de acero al carbono A 34 R mínimo, las cuales se forjaron y luego se galvanizaron en caliente. Su longitud útil es de 305 mm, con longitud de maquinado de 152 mm; están provistos con una tuerca.

La dimensión interna del ojo, es de forma ovalada, de 40x50mm aproximadamente. El ojo permite el ensamble con los accesorios de la cadena de anclaje.

3.5.5 Tuerca ojo

El material empleado para su fabricación será el acero al carbono A 34 R mínimo, forjado y galvanizado en caliente para perno de 16 m m diámetro.

La dimensión interna del ojo, de forma ovalada, es de 80 x 38 mm aproximadamente. El ojo permitirá el ensamble con los accesorios de la cadena de anclaje.

3.5.6 Pernos maquinados

Son de acero al carbono A 34 R mínimo, forjado y galvanizado en caliente de 13 mm Ø x 152 mm long. con maquinado de 76 mm y 16 mm Ø de longitudes 203 mm, 305 mm, 356 mm, 457 mm, 508 mm y 600 mm con maquinado de 152 mm long. Están provistos de una tuerca. La mínima resistencia a la tracción es de 32 y 50 KN para pernos de 13 mm y 16 mm Ø respectivamente.

3.5.7 Arandelas cuadradas curvas, planas y redondas

El material empleado para su fabricación es de plancha de acero al carbono, galvanizadas en caliente.

Las arandelas curvas y planas son de 57 X 57 x 5 mm con agujero de 18 mm Ø para pernos 16 mm Ø; Las arandelas planas redondas son de 35 mm de diámetro exterior con hueco de 14 mm.

3.5.8 Espiga recta (larga) para cruceta

Son de acero al carbono A 42 R mínimo, forjado y galvanizado en caliente, se utilizarán con aisladores ANSI CLASE 56-3 y 56-4: teniendo las siguientes características:

DESCRIPCION	AISLADOR 56-3 / 56-4
Longitud total de la espiga (mm)	381 / 431
Longitud sobre la cruceta (mm)	203 / 254
Longitud roscada (mm)	178 / 178
Diámetro de la espiga sobre la cruceta (mm)	28.6 / 28.6
Diámetro de la espiga debajo de la cruceta(mm)	19 / 19
diámetro de la cabeza de plomo (mm)	35 / 35
Esfuerzo mecánico mínimo (kN)	12.04 / 9.36

Tabla 3.5

Vendrá provista de su respectiva arandela, tuerca y contratuerca.

3.5.9 Espiga para punta de poste

Son de acero al carbono (ITINTEC 341.140), estampada y galvanizada en caliente, de 50 mm de ancho por 5 mm de espesor. Se fijará al poste mediante pernos de 16 mm Ø y tendrá las siguientes características:

DESCRIPCION	AISLADOR 56-3 / 56-4
Longitud total de la espiga (mm)	609 / 609
Forma de la sección	“U”
Diámetro y longitud de la cabeza Emplomada (mmxmm)	35 x 51
Separación entre agujeros (mm)	200
Esfuerzo mecánico mínimo transversal(kN)	6.67 / 6.67
Esfuerzo mecánico mínimo longitudinal(kN)	5.40 / 5.40

Tabla 3.6

3.5.10 Abrazadera partida de fierro 4 sectores a 90°

Las abrazaderas son de acero galvanizado en caliente, hechas de platina de acero de 51 mm (2") x 6 mm (1/4"), tendrán los diámetros que se indican en los planos.

Están constituidas de 4 sectores, unidas y ajustadas por medio de cuatro pernos, tuercas y contratuercas.

3.5.11 Platina de extensión

La platina de extensión (rígida) tiene como función lograr un mejor acoplamiento de la cadena aisladores a la abrazadera. La platina de acero galvanizado de 51 mm de ancho, 6 mm de espesor y 152 mm de longitud

3.5.12 Tirafondo

Son de acero al carbono A 34R mínimo, forjado y galvanizado en caliente de 13 mm \varnothing x 102 mm de longitud con 60 mm de maquinado; la cabeza será cuadrada y la punta tipo taladro. El esfuerzo máximo que soporta es de 28.9 KN.

3.5.13 Perno coche

Son de acero al carbono A 34 R mínimo, forjado y galvanizado en caliente de 13 mm \varnothing x 152 mm de longitud, con 76 mm de maquinado, provista de arandela cuadrada, tuerca y contratuerca. El esfuerzo máximo que soporta es de 18 KN.

3.5.14 Perno doble armado

Son de acero al carbono A 34R, forjado y galvanizado en caliente, de 16 mm \varnothing y longitudes 457 mm, 508 mm y 600 mm. Tienen las puntas de formas cónicas y estarán provistos de 4 tuercas; la mínima resistencia a la tracción que soportan es de 50 kN.

3.5.15 Conector de aluminio

Son de dos vías para conductor de aleación de aluminio de 70 mm².

3.5.16 Grapa de plancha doblada

Son de acero galvanizado en caliente de dimensiones 1.6 mm x 38 mm (1/16"x1

1/2'). Tienen la forma que se señala en los planos.

3.5.17 Soporte separador de vértice de poste

Son de acero galvanizado en caliente de 700 mm x 70 mm x 6.4 mm de sección con separación de 50 mm (Tipo CS1) y 110 mm (CS2). Tiene la forma que se señala en los planos.

3.5.18 Tubo espaciador

Será de acero galvanizado en caliente de 19 mm de diámetro interior x 38 mm de longitud y mm espesor.

3.5.19 Espaciador para crucetas

Son de acero galvanizado en caliente. Tiene las dimensiones y formas que se señalan en los planos del informe.

3.5.20 Brazo angular de fierro

Son de acero galvanizado en caliente.

Los orificios permiten la instalación de los pernos de fijación cuyos detalles se muestran en el plano de elementos de ferretería.

3.5.21 Braquete de extensión

Son de acero galvanizado en caliente.

Tienen las dimensiones y formas que se señalan. en los planos del proyecto.

Riostra de perfil angular (Brazo diagonal)

Son de acero galvanizado en caliente de perfil angular de 38 mm x 38 mm x 6 mm (sección), 710 mm de longitud y 14 mm de agujero.

3.5.22 Pruebas e Inspección

El Proveedor presentó al Propietario copia certificada de los documentos que demuestran que todas las pruebas establecidas en las normas señaladas han sido realizadas y que los resultados son concordantes con su oferta.

El costo de las pruebas está incluido en el precio cotizado por el proveedor en su

oferta.

3.5.23 Embalaje

La ferretería se embaló en cajones de madera convenientemente asegurados, que permitan su transporte sin dificultad; ni sufran daños.

3.6 Aisladores y accesorios

3.6.1 Alcance

Estas especificaciones técnicas cubren el suministro de aisladores tipo pin y suspensión; así como sus accesorios de sujeción, describiéndose su calidad mínima aceptable, fabricación, pruebas y entrega de los materiales.

3.6.2 Normas aplicables

Se aplicaron las Normas que se mencionan a continuación y que corresponden a la versión vigente.

3.6.2.1 Para Aisladores

ANSI C.29.5-19.69 C.29.2-19.69, C.29.3-19.61

CEI 575; 120; 815; 383; 305.

3.6.2.2 Para accesorios y partes metálicas

ASTM B 6, A 90 Especificación for slab zinc

ASTM A 153 Zinc Coating (hot dip) on iron and steel Hardware.

INTEC 341.028

3.6.3 Descripción del material

3.6.3.1 De los aisladores

El material del dieléctrico es de porcelana o vidrio templado.

El material de las partes metálicas en algunos aisladores son de hierro maleable ó acero galvanizado en caliente según normas, mientras que el pasador será de material resistente a la corrosión tales como el bronce, latón ó acero inoxidable, etc.

3.6.3.2 De los Accesorios

Las espigas, grapas, adaptadores y abrazaderas son de hierro maleable ó acero galvanizado en caliente, usados en los aisladores tipo pin y en las cadenas de anclaje.

Todas las partes metálicas están libres de herrumbre, rebarbas, aristas angulosas y otros defectos; son hechos de tal modo que las piezas interconectadas puedan ensamblarse adecuadamente con las piezas asociadas y pueden desmontarse fácilmente. Todas las partes metálicas ferrosas, excepto aquellas de acero inoxidable son galvanizados en caliente, el galvanizado tiene la textura lisa y se efectuó después el trabajo de maquinado.

La preparación del material para el galvanizado y el proceso mismo de galvanizado, no afectaran las propiedades de las piezas trabajadas.

3.6.4 Características de los aisladores y accesorios

3.6.4.1 Aislador tipo PIN

Los aisladores tipo PIN son ANSI CLASE 56-3 y 56-4. Su agujero roscado permitió alojar una espiga cuya cabeza es de 35 mm de diámetro.

Satisfacen, entre otros, los siguientes valores:

DESCRIPCIÓN	AISLADOR 56-3 / 56-4
Diámetro (mm)	266 / 304
Altura (mm)	190 / 241
Diámetro de agujero para acoplamiento (mm)	35 / 35
Resistencia mínima en voladizo (kN)	13 / 13
Tensión disruptiva a baja frecuencia en seco (KV)	125 / 140
Tensión de flameo a baja frecuencia bajo lluvia (kV)	80 / 95
Distancia de línea de fuga mínima (mm)	533 / 685
Tensión disruptiva critica al impulso positivo (KVp)	200 / 225
Tensión disruptiva critica al impulso negativo (KVp)	165 / 310
Tensión de perforación (KV)	165 / 185
Prueba de tensión (rms) eficaz a tierra (KV)	30 / 30
Tensión máxima de radio interferencia a 1000 Khz en aislador tratado con barniz semiconductor (μV)	200 / 200
Material	Porcelana Vidriada

Tabla 3.7

3.6.4.2 Aisladores poliméricos para suspensión

3.6.4.2.1 Alcances

Esta especificación cubre el suministro de aisladores poliméricos para anclaje, y describe la calidad mínima aceptable, su fabricación y entrega, el aislador Polimérico a utilizar tiene una distancia de fuga de 590 mm y un impulso Positivo de descarga Crítica 225 kV pico, distancia de arco Seco de 290 mm y una descarga a 60 Hz (húmeda) de 110 kV:

3.6.4.2.2 Normas

El material cubierto por esta especificación cumple con las prescripciones de las siguientes normas:

CEA LWIWG-01 y STD. IEEE 1024.

3.6.4.2.3 Características

El aislador está constituido de un núcleo, cubierta (discos y revestimiento) y los herrajes de A°G°.

El núcleo es de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza, la fibra de vidrio es resistente contra ataques de ácidos para prevenir la corrosión por STRESS de la varilla, la varilla es resistente contra la hidrólisis bajo las condiciones de servicio.

La cubierta es 100% polímero de silicona antes del proceso de llenado de aditivos, el producto final tienen al menos un 40% de silicona en peso y al menos 20% de carbono en peso.

La varilla del aislador esta cubierta por un revestimiento para preveer de resistencia contra influencias ambientales, radiación UV; contaminación externa y humedad; el revestimiento esta hecho con goma silicona vulcanizada en caliente y todas las partes del cuerpo del aislador: núcleo, revestimiento y discos, están adheridos juntos por vulcanización.

Los aisladores POLIMERICOS tipo suspensión cumplen la norma IEC-1109 ANSI-

29.11PIN. Satisfacen, entre otros, los siguientes valores:

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tensión de diseño (KV)	36
Material del núcleo	Fibra de vidrio reforzado
Material recubrimiento del núcleo	Goma silicón
Material de las campanas	Goma silicón
Herrajes:	
Material de los herrajes	Acero forjado
Norma de galvanización	ASTM 153
Herraje extremo de estructura	Horquilla (Clevis)
Herraje del extremo de línea	Lengueta (Tongue)
Longitud de longitud de fuga (mm)	650
Carga mecánica garantizada (KN)	70
Carga mecánica de rutina (KN)	40
Tensión disruptiva critica al impulso positivo (KV)	250
Tensión disruptiva critica al impulso negativo (KV)	260
Tensión disruptiva a baja frecuencia en seco (KV)	160
Tensión disruptiva a baja frecuencia en lluvia(KV)	180
Peso (Kg)	1.50
Numero de aletas	8

Tabla 3.7

3.6.4.2.4 Pruebas

El Proveedor presentó al Propietario copias certificadas de los documentos que demuestran que todas las pruebas señaladas en la normas, han sido realizadas y que los resultados obtenidos están de acuerdo con la presente Especificación.

3.6.4.2.5 Embalaje

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

3.7 Puesta a tierra

3.7.1 Alcance

Estas especificaciones cubren el suministro de elementos de puesta a tierra de las estructuras y sub-Estaciones, describen su calidad mínima aceptable, tratamiento, inspección, pruebas y entrega

3.7.2 Normas aplicables

El material cubierto por las presentes especificaciones, cumple con las prescripciones de las siguientes normas:

INTEC 370.042, 370.221, 370.022

ASTM A 153.110

3.7.3 Descripción del material

3.7.4 Conductor

Son de cobre electrolítico cableado, desnudo, temple blando de 25 mm² de sección.

3.7.5 Varilla de puesta a tierra

Son del tipo cooperweld de 16 mm Ø y 2400 mm de longitud, con núcleo de acero SAE 1020, trefilado con revestimiento de cobre electrolítico de 0.6 mm mínimo, conductividad no menor de 85%. El extremo destinado a penetrar en el terreno será en punta cónica para facilitar el clavado.

3.7.6 Conector de Varilla a Tierra

Son de cobre del tipo AB para conectar el conductor de cobre de 25 mm² a la varilla de puesta a tierra de 16 mm ø.

3.7.7 Conector Perno Partido

Se emplearon para conectar conductores del mismo tipo de material; sirve para unir el conductor de cobre de la puesta a tierra que sale de la superficie del terreno.

3.7.8 Grapas tipo "U"

Son del tipo "U" de acero cobreado, de 4 mm Diám. x 38 mm Long. x 13 mm Abertura. Se usaron para fijar el conductor.

Otros

Se incluye en este rubro la caja de registro, carbón vegetal, sal industrial, tierra de cultivo en cantidad suficiente para lograr la resistencia necesaria para el buen funcionamiento de este conjunto.

3.7.9 Pruebas

El Proveedor efectuó las pruebas, según lo especificado en las normas correspondientes: y presentó al Propietario copias certificadas de los documentos que demuestren que todas las pruebas requeridas por las normas y especificaciones técnicas han sido realizadas en forma satisfactoria.

3.7.10 Embalaje

Los conductores han sido embarcados en carretes no retornables que contienen una longitud de conductor equivalente a un peso neto de 1500 Kg.

Los carretes son suficientemente fuertes para proteger debidamente al conductor durante el transporte y manipuleo desde la fábrica hasta el sitio de montaje.

3.8 Retenidas

3.8.1 Alcance

Estas especificaciones técnicas cubren el suministro de los elementos de una retenida, describiéndose calidades mínimas aceptables, fabricación, inspección, pruebas y entrega de materiales.

3.8.2 Normas aplicables

El material cubierto por las presentes especificaciones, cumple con las prescripciones de las normas:

ASTM A 363 Standard specification for zinc coated steel wire strand

ASTM A 153 Zinc coating (Hot Dip) on iron and steel hardware.

ASTM A7 Forged steel.

3.8.3 Descripción del material

3.8.4 Cable de Acero

Son de acero galvanizado, grado Siemens Martín de 10 mm \varnothing , de 7 hilos y con un esfuerzo de rotura mínimo de 3159 kg, diámetro de cada alambre 3.05mm, masa 0.40kg/mt, el galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase B, debiendo cumplir con las normas de fabricación ASTM B 415-69, B 416-69, ASTM A 363, ASTM B6 y ASTM A90.

3.8.5 Varilla de anclaje

Son de acero al carbono A 34R mínimo, forjado y galvanizado en caliente, tendrá 16 mm \varnothing x 2400 mm de longitud; vendrá provisto de arandela, tuerca y contra tuerca del mismo material tiene una resistencia mínima a la tracción de 71.2 kN.

3.8.6 Guardacabos y grapas paralelas

El cable de acero de 10 mm \varnothing es fijado al perno ojo y a la varilla de anclaje a través de guardacabos de acero galvanizado en caliente y grapas paralelas de doble vía, de tres (3) pernos y 150 mm de longitud.

3.8.7 Mordaza preformada

La mordaza preformada será de acero galvanizado y adecuado para el cable de acero grado SIEMENS-MARTIN ALTA RESISTENCIA de 10mm de diámetro.

3.8.8 Perno angular con ojal guardacabo

Será de acero forjado y galvanizado en caliente de 254mm de longitud y 16 mm de diámetro. El ojal guardacabo angular será adecuado para cable de acero de 10mm de diámetro. La mínima carga de rotura será de 60KN

3.8.9 Arandela para anclaje

Son de acero galvanizado de 102 mm x 102 mm x 5 mm, provista de un agujero de 18mm, para varilla de 16 mm \varnothing , deberá ser diseñada y fabricada para soportar los esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 71KN. . Sirven de retención a la loza de concreto y la varilla.

3.8.10 Arandela curvada

Será de acero galvanizado y tendrá y la forma y dimensiones que se indican en los planos del proyecto, la carga mínima de rotura al esfuerzo cortante será de 55KN.

3.8.11 Bloque de concreto

Son de 0.50 x 0.50 x 0.20mt. con agujero central de 19 mm \varnothing , fabricado con malla de acero corrugado de 13mm de diámetro

3.8.12 Embalaje

El cable de acero se suministró en carretes de madera robusta, en longitud adecuada de tal manera que permitió el fácil transporte y desplazamiento. Los carretes tienen las descripciones necesarios y estuvieron provistos de revestimientos para fines de protección.

3.9 Cable de guarda

3.9.1 Alcances

Estas Especificaciones Técnicas cubren el suministro del Cable de Guarda en material de acero galvanizado de ¼” de diámetro de extra alta resistencia mecánica, describen la calidad mínima aceptable, fabricación, Inspección, pruebas y entrega.

3.9.2 Normas aplicables

Las normas a ser usadas para el suministro de los lingotes para el cable de acero, para la fabricación de los alambres, galvanizados y trenzado del conductor, pruebas e inspección son las últimas editadas de aquellas que se indican a continuación:

ASTM A 363 Standard Specification For Zinc Coated (Galvanizado)

steel Overhead Ground Wire Strand

ASTM B6 Specification For Slab zinc.

Donde exista una variación entre cualquier valor particular o requerimiento establecido en las Normas empleadas, el Postor establecerá claramente que Norma o valores particulares adoptado en su oferta.

3.9.3 Fabricación

La fabricación del cable de guarda se efectuó de acuerdo a los requerimientos de las Normas establecidas en esta Especificación.

No existieron uniones en los alambres galvanizados diferentes de aquellas efectuadas en las barras o alambrones antes del trefilado.

El sentido del Cableado en la última capa del cable de guarda es hacia la derecha y las capas Interiores tendrán sentidos opuestos al cableado.

3.9.4 Descripción del material

El material de base es de acero, producido según los métodos aprobados por las Normas antes mencionadas para esta aplicación y de tal calidad y pureza que una vez trefilado a la dimensión especificada y cubierta con la capa protectora de zinc, el cable determinado tenga las propiedades y características señaladas por la Norma ASTM A475 para el grado Extra High Strength, así mismo el zinc que se emplea para el galvanizado cumple con lo prescrito en la Norma ASTM B6.

Los alambres de acero son galvanizados mediante el proceso de Inmersión en caliente para lograr una capa de zinc no inferior a 500 g/m².

Después de galvanizados los alambres no han sido sometidos a tratamientos térmicos.

3.9.5 Pruebas y embalaje

Las pruebas que a continuación se detallan se efectuaron de acuerdo a las normas antes mencionadas:

- Sobre los hilos: peso, diámetro, enrollamiento, tensión mecánica, alargamiento, ductibilidad, envoltura, galvanización, resistividad a 20 °C.
- Sobre el cable: peso, diámetro, tensión mecánica, resistividad a 20 °C.

El postor presentó copias certificadas de los documentos que demuestran que los hilos empleados, han sido muestreados según lo establecido en la sección 7 de las Normas ASTM A 363 y que ha pasado las pruebas señaladas en las secciones 8, 9, 10, 11 y 12 de la misma norma. Asimismo, que el cable ha pasado satisfactoriamente las pruebas especificadas en la Norma IEC 209 en lo que atañe al cable de acero galvanizado.

Embalaje

El cable de guarda fue entregado en carretes tipo caracol de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte y debidamente cerrado con madera para protegerlo de cualquier daño.

Cada carrete llevó en un lugar visible la siguiente inscripción:

- Nombre del proyecto.
- Tipo y formación del cable de guarda.
- Sección, en mm².
- Longitud del cable de guarda en el carrete, en metros.
- Peso bruto y peso neto, en kilogramos.
- Número de identificación del carrete.
- Datos del certificado de prueba del cable de guarda.
- Nombre del fabricante y fecha de fabricación.

- Una flecha indicadora del sentido en que debe ser rodado el carrete durante su desplazamiento.
- La marcación se hará con tinta indeleble. Todos los componentes de madera de los carretes deberán ser manufacturados de madera suave, seca, sana, libre de defectos y capaz de permanecer en prolongado almacenamiento sin deteriorarse.
- La madera será cepillada y de corte fino para facilitar el embalaje preciso y una inspección clara. El espesor de cada chapa o parte componente deberá ser uniforme.
- Las caras de los carretes serán construidas de dos piezas de madera con sus vetas transversales entre si.
- Las tablas serán colocadas Juntas entre si para proporcionar máxima solidez, la sujeción de las caras del carrete se hará con clavos robustos con cabeza perdida cuando se utilicen en la parte interna de los mismos.
- El barril del carrete donde se arrolle el cable de guarda será segmentado y robusto. El barril y caras estarán encajadas con seguridad por medio de no menos de 6 pernos de 20 mm de diámetro.
- La cubierta de tablas que cierran el carrete en toda su circunferencia deberá encerrar completamente el cable de guarda. Estas tablas que cubren el perímetro del carrete serán fijadas de una manera apropiada

El extremo interno del cable de guarda será extraído a través de la cara del carrete y asegurado a éste mediante grapas y protegido con una placa metálica conveniente.

El extremo externo del cable de guarda estará asegurado a la superficie extrema de la cara. El barril del carrete será cubierto por una lámina de plástico impermeable o con papel encerado u otro tipo de protección adecuada.

La superficie interna del carrete se pintará con pintura adecuada. La capa externa del arrollamiento del cable de guarda en el carrete será cubierta con una lámina de plástico o de papel encerado, asegurado debajo de los listones que encierran la circunferencia del carrete de

tal manera que no estén en contacto con el cable de guarda.

La longitud estimada del conductor embobinado en los carretes será de 3000 metros, aceptándose solamente un tramo por carrete.

El 90% de los carretes presentará la longitud mayor o igual a 3000m solamente hasta en 3%. El 10% del lote como máximo podrán estar formados por carretes de largos diferentes, pero ninguno de éstos deberá tener un largo menor estimado de 1500m o mayor de 3600 m (20% de 3000 m).

Será motivo de rechazo el hallar en los carretes, tramos de cable de guarda con empalmes; para ello se recomienda que en todo momento del proceso de fabricación se prevea las longitudes necesarias por carretes.

Los postores presentarán adjunta a su oferta, copias del diseño de detalles de los carretes que se proponen emplear en el suministro.

El costo del embalaje será cotizado por el Proveedor y los carretes no serán devueltos.

En el caso que los carretes sean metálicos, deberán llevar una cubierta de listones de madera de suficiente robustez para proteger al cable durante el transporte.

3.9.6 Inspección y pruebas

Las pruebas de modelo, de rutina y de aceptación serán realizados en presencia de los inspectores y/o supervisores de obra de la minera y/o concesionaria.

En la oferta los postores deberán incluir los gastos de desplazamiento y estadía hacia las fábricas y laboratorios de prueba de un (1) Inspector por el tiempo que sea necesario ejecutar las pruebas y recepción del suministro. Si por las características del suministro, durante las pruebas no se contará con la presencia del Inspector, el proveedor deberá remitir cinco (5) copias de los resultados de las Pruebas efectuadas según Normas de fabricación.

El costo de realizar las pruebas estarán incluidos en los precios cotizados por los postores.

3.9.7 Información técnica a presentar

El postor remitirá con su oferta la siguiente información:

Cuadros con datos técnicos debidamente llenados.

Planos, características y detalles del embalaje propuesto.

Curva Esfuerzo - Deformación (Strees-Strain curve) del cable de guarda licitado. Se incluirán cuando menos la curva inicial y final de una hora, 24 horas, un año y 10 años de envejecimiento (creep), indicando las condiciones en las que han sido determinadas.

3.10 Accesorios del cable de guarda

3.10.1 Alcance

Estas Especificaciones Técnicas cubren las condiciones requeridas para el suministro de accesorios del cable de guarda de acero galvanizado de alta resistencia mecánica EHS (grapas de suspensión y anclaje, juntas de empalme, manguitos de reparación, pasta de aplicación de empalmes y herramientas para su aplicación, amortiguadores, etc.), describen su calidad mínima aceptable, tratamiento, inspección pruebas y entrega.

3.10.2 Normas aplicables

El material cubierto por estas Especificaciones Técnicas cumplirá con las prescripciones de las Normas Internacionales prescritas o equivalentes, en donde sea aplicable; según su versión vigente en la fecha de la convocatoria a licitación.

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

ASTM B 230 Hard Drawn Aluminium ECH 19 for electrical purposes.

BS 3288 Insulator and conductor fittings for overhead power lines

En los planos del proyecto se indican algunos detalles de los materiales requeridos en la presente especificación técnica.

En casos de efectuarse variantes que aquí mencionamos, deberá proveerse suficiente información técnica así como las referencias sobre los resultados obtenidos en líneas de transmisión existentes. Esta información deberá ser tal que permita la correcta evaluación de la

oferta alternativa.

3.10.3 Descripción de los accesorios

Estos accesorios se usarán con el cable de guarda, cuyas características se prescriben en la sección 6.

3.10.4 Ensamblajes de suspensión para cable de guarda

El conjunto está compuesto de:

Un (1) grillete recto

Una (1) grampa de suspensión

Un (1) conector de doble vía

Un (1) conector a la estructura

Las grampas de suspensión serán de acero galvanizado adecuada para utilizarse con cable de acero galvanizado de 31.66 mm².

Se establecerá un adecuado área de apoyo y se evitarán los contactos tipo punto y tipo línea. Serán diseñadas para eliminar cualquier posibilidad de deformación del cable y de separación de los hilos del cable. Todas las partes de las grampas estarán lisas y libres de ondulaciones, bordes cortantes y otras irregularidades.

3.10.5 Ensamblajes de anclaje para cable de guarda

El conjunto está compuesto de:

Dos (2) grilletes rectos

Dos (2) grampas de anclaje

Un (1) conector de doble vía

Un (1) conector a la estructura

Las grampas de anclaje serán del tipo compresión, de material apropiado para usarse con el cable de guarda de acero galvanizado de 7.92 mm de diámetro exterior. Serán diseñados para una resistencia a la tracción no menor que el 95 % de la carga de rotura del cable (Tr=5,080 kg).

Los elementos de unión mediante pernos y las aristas así como los acabados de los elementos y sus superficies serán lisos y de aristas suaves y no angulosas.

3.10.6 Manguitos de empalme para cable de guarda

Los manguitos de empalme para el cable de guarda serán del tipo compresión, adecuados para el tipo del cable de guarda. El tiro de rotura mínimo será 100 % del tiro de rotura del cable de guarda

3.10.7 Manguitos de reparación para cable de guarda

Los manguitos de reparación para el cable de guarda serán del tipo compresión, adecuados para el tipo del cable de guarda. Su utilización será destinada a reparar leves daños en el cable de guarda.

3.10.8 Amortiguador tipo stockbridge para cable de guarda

Los amortiguadores tipo stockbridge serán adecuados a las dimensiones del cable de guarda.

El suministrador debe recomendar las distancias de sujeción de acuerdo a diferentes longitudes de vanos utilizados.

3.10.9 Galvanizado

Todas las partes metálicas ferrosas excepto aquellas de acero inoxidable, serán galvanizadas en caliente, debiendo ser la capa protectora de zinc equivalente a 500 g/m². El galvanizado tendrá textura lisa y se efectuará después de cualquier trabajo de maquinado. La preparación del material para el galvanizado y el proceso mismo del galvanizado no afectarán las propiedades mecánicas de las piezas trabajadas.

3.10.10 Inspecciones y pruebas

Las pruebas de modelo, de rutina y de aceptación serán realizados en presencia de los inspectores y/o Supervisor.

En la oferta estarán incluido los gastos de desplazamiento y estadía hacia las fábricas y laboratorios de prueba de un (1) inspector por el tiempo que sea necesario ejecutar las pruebas

y recepción del suministro.

El costo de realizar las pruebas estarán incluidos en los precios cotizados por los postes.

3.10.11 Embalaje

El proveedor embalará convenientemente, según su naturaleza, el material suministrado para proveerlo de protección adecuada para su transporte, junto con los respectivos folletos de instrucciones, lista de empaque e instrucciones especiales para su almacenamiento.

3.10.12 Información técnica a presentar

El postor remitirá con su oferta la siguiente información:

- a) Cuadros con datos técnicos debidamente llenados.
- b) Planos con las dimensiones de cada pieza de los diversos dispositivos a escala 1:5 y sus correspondientes especificaciones técnicas.
- c) Planos con las dimensiones de cada pieza de los diversos dispositivos a escala 1:1, con indicación del peso y del material usado.
- d) Descripción de los dispositivos contra el aflojamiento de los pernos.
- e) Diagramas que muestran las características mecánicas de los amortiguadores para frecuencia de vibración de 5 hasta 50 ciclos/segundo.
- f) Información solicitada en cada una de las Especificaciones Técnicas.

3.11 Equipos de seccionamiento y protección

3.11.1 Alcance

Las presentes especificaciones se refieren al suministro de Pararrayos, Seccionadores Fusible tipo Cut-Out, Seccionador de potencia y Fusibles para la protección y seccionamiento del Sistema Eléctrico en 22,9kV.

3.11.2 Normas aplicables

Los equipos que constituyen este suministro serán diseñados y fabricados según las recomendaciones de la norma ANSI indicada a continuación. Las piezas son determinadas

para los casos de tensiones eléctricas y mecánicas más severas y calculadas con los coeficientes usuales de seguridad

ANSI C 37, 46-1969 Standard Specification for power fuses and fuse disconeting switches, etc.

ANSI C37:41; C62.1 C62.2

CEI 99-1

3.11.3 Descripción de los equipos

3.11.4 Pararrayos para 22, 9 kV

Los pararrayos son Clase Distribución, tipo metal óxido sin explosores, consistirá de un conjunto de espacios explosores y resistencia de características no línea contenidos en un aislador de porcelana y/o polímero. Serán herméticamente sellados y a prueba de explosiones con bornes de tierra y son conectados entre fase y tierra para el sistema eléctrico cuya tensión es 22.9 kV.

3.11.5 Características principales de los pararrayos instalados al inicio y al final de la línea troncal

Las características principales de los pararrayos instalados al inicio y al final de la línea troncal en son:

- Tipo : Oxido zinc ó Varistor Met.
- Instalación : Exterior (Intemperie.)
- Voltaje nominal de la red : 22,9 kV.
- Voltaje máxima de servicio : 25 kV.
- Voltaje Nominal de los pararrayos, con neutro : 21KV

Solidamente puesto a tierra

- Voltaje máx. del Operac. Continua-MCOV, : 17 kV.

Con neutro solidamente puesto a tierra

- Voltaje a mínima variación de frecuencia : 34 kV.

- Nivel De Protección de tensión de frente de onda : 51KV
- Frecuencia nominal : 60 Hz.
- Voltaje residual máximo a la corriente nominal : 47.8KV

De descarga (10KA – 8/20 μ s)

- Corriente nominal de Descarga con onda 8/20 μ s : 10 KA.
- Altitud de servicio : 4800 msnm.
- Humedad Relativa : Entre 50 y 80 %
- Temperatura ambiental : -15° y 30°C
- Contaminación ambiental : Escasa
- Fabricación : Cooper Power Systems
- Norma de Fabricación y Pruebas : IEC 99 – 1, 1991

Características de aislamientos sobre la abrazadera del pararrayo

- Voltaje no Disruptivo al Impulso 1.2/50 μ seg, BIL : 125 kVp.
- Voltaje no Disruptivo a la Frecuencia Industrial.
- Condiciones secas, 1 minuto : 75KV
- Condiciones bajo la lluvia. 10 Seg. : 57 KV.

Características de aislamientos debajo de la abrazadera del pararrayo

- Voltaje no Disruptivo al Impulso 1.2/50 μ seg, BIL : 75 kVp.
- Voltaje no Disruptivo a la Frecuencia Industrial.
- Condiciones secas, 1 minuto : 48KV
- Condiciones bajo la lluvia. 10 Seg. : 35KV.

3.11.6 Características principales de los pararrayos

Las características principales de los pararrayos instalados a lo largo de la troncal son:

- Tipo : Oxido zinc ó Varistor Met.

- Instalación : Exterior (Intemperie.)
- Voltaje nominal de la red : 22,9 kV.
- Voltaje máxima de servicio : 25 kV.
- Voltaje Nominal de los pararrayos, con neutro : 24KV

Solidamente puesto a tierra

- Voltaje máx. del Operac. Continua-MCOV, 19.5 kV.

Con neutro solidamente puesto a tierra

- Voltaje a mínima variación de frecuencia 39 kV.
- Nivel De Protección de tensión de frente de onda 58KV
- Frecuencia nominal 60 Hz.
- Voltaje residual máximo a la corriente nominal 57.6KV

De descarga (10KA – 8/20 μ s)

- Corriente nominal de Descarga con onda 8/20 μ s : 10 KA.
- Altitud de servicio : 4800 msnm.
- Humedad Relativa : Entre 50 y 80 %
- Temperatura ambiental -15° y 30°C
- Contaminación ambiental Escasa
- Fabricación Cooper Power Systems
- Norma de Fabricación y Pruebas IEC 99 – 1, 1991

Características de aislamientos sobre la abrazadera del pararrayo

- Voltaje no Disruptivo al Impulso 1.2/50 μ seg, BIL : 150 kVp.
- Voltaje no Disruptivo a la Frecuencia Industrial.
- Condiciones secas, 1 minuto : 100KV
- Condiciones bajo la lluvia. 10 Seg. : 85 KV.

Características de aislamientos debajo de la abrazadera del pararrayo

- Voltaje no Disruptivo al Impulso 1.2/50 μ seg, BIL : 85 kVp.
- Voltaje no Disruptivo a la Frecuencia Industrial.
- Condiciones secas, 1 minuto : 55KV
- Condiciones bajo la lluvia. 10 Seg. : 42KV.

Los pararrayos deberán contar entre otros con los siguientes accesorios:

- Terminal de tierra.
- Placa de características.
- Elementos de fijación a cruceta de madera.

3.11.7 Placa de características

La placa de características será fabricada de un material inoxidable, de conformidad con las recomendaciones CEL y conteniendo la información siguiente:

- Nombre del fabricante.
- Tipo y serie del equipo.
- Año de fabricación.
- Tensión Nominal.
- Frecuencia Nominal
- Corriente Nominal de Descarga.
- Norma de fabricación.

3.11.8 Seccionadores fusibles

3.11.9 Seccionador fusible tipo CUT- OUT

Los seccionadores fusibles del tipo Cut-Out son unipolares. Estos seccionadores la instalación es exterior y se accionan mediante pértiga y automáticamente al fundirse el fusible. Las características principales son las siguientes:

Nivel de tensión de servicio : 22,9 kV

Instalación	:	Exterior
Tipo de aislante	:	Porcelana
Tensión Máxima de diseño	:	27 kV
Máxima Capacidad Corriente Nominal de operación	:	100 A
Máxima capacidad de corriente de Interrupción	:	8000 Amp
Nivel Básico de Aislamiento	:	150 kV
Longitud de fuga respecto a tierra	:	432 mm
Peso	:	25 lbs (11.34Kg)
Marca	:	CHANCE
Catalogo	:	C710-311PB

El aislador de soporte es de porcelana, de suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos por apertura y cierre del Cut Out. Los contactos son plateados y diseñados para permitir su accionamiento por pértiga. El tubo porta fusible es fabricado de un material aislante.

Los cortacircuitos fusible se incluyen entre otros, los siguientes accesorios:

- Placa de características.
- Elementos de fijación a cruceta de madera.

La placa de características es fabricada de un material inoxidable, de conformidad con las recomendaciones CEI y conteniendo la información siguiente:

- Nombre del fabricante.
- Tipo y serie del equipo
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Frecuencia nominal.

- Corriente nominal del seccionador.
- Tensión de impulso.
- Corriente de cortocircuito.
- Tipo de mando.

3.11.10 Fusibles

Los fusibles que se usaron en los seccionadores tipo Cut-Out, tendrán las siguientes características mínimas:

- Corriente nominal (Según el metrado).
- Tipo Expulsión
- Características de funcionamiento Tipo "K"

3.12 Interruptor automático de recierre (recloser)

3.12.1 Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de interruptores de recierre automáticos (reclosed) trifásicos para utilizarse en líneas y redes primarios.

3.12.2 Normas aplicables

El Interruptor de recierre automático, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas, según versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

ANSI/IEEE C 37.60

ANSI/IEEE C 37.61

ANSI/IEEE C 37:90

3.12.3 Características del interruptor de recierre.

3.12.4 Aspectos generales

El interruptor de recierre automático es trifásico, para servicio exterior, con la cámara de extinción en vacío y control automático y operación electrónico.

Además cuenta con un control manual para operación de emergencia o mantenimiento.

Tienen las siguientes características:

- Tensión de servicio 22.9 Kv.
- Tensión máxima de servicio 25.0 Kv
- Frecuencia nominal 60 Hz
- Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 (BIL) 150 KVp
- Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial 50 KV
- Corriente nominal 400 A
- Corriente de ruptura simétrica 8kA
- Máxima diferencia de tiempo de apertura entre dos diferentes polos 5 ms
- Altitud de operación, sobre el nivel del mar Hasta 4500 m

3.12.5 Requerimientos de Diseño y Construcción

a) Elemento de conducción de la corriente.

Los elementos conductores son capaces de soportar la corriente nominal a la frecuencia de operación sin necesidad de mantenimiento excesivo, los terminales y conexiones entre los diferentes elementos se han diseñado para asegurar, permanentemente una resistencia de contacto baja.

b) Mecanismo de interrupción de arco:

Interruptor automático de recierre es capaz de romper la continuidad de cualquier corriente alterna automáticamente, con función de recierre basada en secuencias (seleccionables} predeterminadas por intervalos temporizador, seguidos por una apertura definitiva, de acero a su capacidad Interruptiva Nominal cuando se une en circuitos predominantemente resistivos e inductivos.

El mecanismo de interrupción del arco esta diseñado con suficiente factor de

seguridad; tanto mecánica como eléctricamente, en todas sus partes para resistir hasta cuatro ciclos continuos de recierre.

c) **Aislamiento:**

Los aisladores del interruptor automático de recierre son de porcelana, diseñados de tal forma que si ocurre una descarga a tierra por tensión del Impulso con el Interruptor en las posiciones de abierto o cerrado, deberá efectuarse por la parte externa, sin que se presente flameo en la parte interna o perforación del aislamiento. Se considerará; además un diseño para instalación al exterior y ambiente contaminado teniendo en cuenta una línea de fuga mínima de 25 mm/Kv. Asimismo, tienen suficiente resistencia mecánica y física para soportar los esfuerzos debido a las operaciones de apertura y cierre, los esfuerzos razonables en los conectores y conductores, variaciones bruscas de temperatura y los producidos por sismos.

El aislador es capaz de soportar continuamente la Tensión Máxima de Operación.

d) **Mecanismos:**

d.1) **Mecanismo General:**

El interruptor automático esta diseñado para operación automática y manual por medio de un mecanismo por acumulación de energía por muelle o resorte.

Este mecanismo cuenta con un dispositivo de accionamiento manual lento para propósitos de inspección y prueba.

d.2.) **Mecanismo de Apertura:**

Los Interruptores automáticos de recierre son de tipo disparo libre.

El mecanismo de apertura esta diseñado de forma tal que asegura la apertura en el tiempo especificado si el Impulso del disparo es recibido en las posiciones de totalmente o parcialmente cerrado. La bobina de disparo es capaz de abrir el interruptor en los límites del rango de tensión especificada.

Tiene un dispositivo para efectuar la apertura manual localmente en caso de

emergencia y protegido contra operación accidental.

d.3.) Mecanismo de Cierre:

Se ha diseñado de tal forma que no Interfiera con el mecanismo de Disparo. El mecanismo de Cierre se desenergiza automáticamente, cuando se complete la operación.

Dispositivo de antibombeo (anti-pumping device)

e) Requerimiento de Control :

El sistema de medición esta previsto para ser accionado:

- Localmente, seleccionable mediante un conmutador ubicado en la caja de control del interruptor de recierre.
- Automáticamente por las ordenes emitidas desde las protecciones y automatismo.

f) Caja de control

La caja de control debe ser a prueba de intemperie y dispondrán de un control y calefactor eléctrico para reducir la humedad relativa al nivel tolerado por los equipos.

Los solenoides de control, sistema de mando, automatismos, interruptores auxiliares, bloques terminales, etc. Deberán estar alojados en una caja, centralizando el mando para los tres polos o independiente por polo según se trate de mandos tripulares o unipolares.

g) Contador de Operaciones

Poseerán un contador de operaciones, ubicado en la caja de control.

h) Resistencia Mecánica

Los interruptores de recierre deberán estar diseñados para soportar entre otros, esfuerzos debidos a: Cargas del viento, Fuerzas electrodinámicas producidas por cortocircuitos, Fuerzas de tracción en las conexiones horizontales y verticales en la dirección más desfavorable, Deben soportar los esfuerzos de origen sísmicos

i) Inspección

Los interruptores de recierre deberán ser diseñados en consideración a la facilidad de inspección especialmente para aquellas partes que necesiten mantenimiento rutinario.

j) Transformador de corriente

Todos los interruptores de recierre deberán suministrarse con transformadores de corriente tipo BUSHING de las características que le permitan el control de operación electrónica.

k) Contactos Auxiliares

El Interruptor de recierre esta provisto de contactos auxiliares (cantidad mínima), Cinco (5) contactos normalmente abierto y otros cinco normalmente cerrados.

l) Autonomía de Maniobras.

Deberán operar automáticamente hasta cuatro (49 ciclos continuos con auto reposición.

Deberán poder cargarse manualmente en casos de falla del sistema de carga.

m) Soporte

Los Interruptores de re cierre serán para instalación en una base en poste de madera, o concreto.

n) Conectores terminales

Los conectores terminales deberán ser a prueba de efecto corona y con capacidad de corriente mayor que a la nominal del bushing al que estén acoplados. La superficie de contacto deberá ser capaz de evitar calentamiento y reparación. El incremento de temperatura no deberá ser mayor a 30°C.

o) Herramientas Especiales

Por cada Interruptor de recierre de suministrara 01 juego de herramientas y equipos especiales, para los trabajos de mantenimiento y reparación de los interruptores de recierre el costo será incluido en el precio del equipo.

Accesorios:

- Placa de Identificación
- Indicadores de Posición Mecánicos, o lámparas Indicadoras de Posición (roja,

verde).

- Pernos u orejas de Izaje
- Contador de Operaciones
- Terminales bimetálicos tipo bandera para la conexión del Interruptor de recierre.
- Terminales de Puesta a Tierra con conector para conductor de cobre cableado de 16 mm² al 35 mm².
- Dispositivo de Operación Manual
- Contactos Auxiliares
- Gabinete de Control
- Herramientas y equipos necesarios para el montaje, mantenimiento y operación.
- Contactos adicionales previstos para control y supervisión e indicación de posición del propietario.

q) Pruebas

Los Interruptores de recierre automático son sometidos a las pruebas indicadas en las normas ANSI/IEEE consignadas en el numeral 2.0. El proveedor presentó al Propietario (06) copias certificadas de los documentos que demuestran que los resultados obtenidos en tales pruebas están de acuerdo con la presente especificación y la oferta del postor. El costo de efectuar estas pruebas está incluido en el precio cotizado por el postor.

r) Embalaje.

Los Interruptores de recierre automático han sido cuidadosamente embalados en cajas de madera de dimensiones y características adecuadas para el transporte. Cada caja ha tenido impresa la siguiente Información:

- Nombre del propietario.
- Nombre del fabricante.
- Nombre del equipo y cantidad

- Masa neta y Total.

3.13 Sistema de medición

3.13.1 Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los equipos de medición.

3.13.2 Normas aplicables

Los equipos de medición de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de adquisición: IEC 490-012.

3.13.3 Condiciones ambientales

Los equipos se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar: hasta 3500 m
- Humedad Relativa 70 a 90%
- Temperatura Ambiente 0 a 30°C
- Contaminación Ambiental moderada

Características Técnicas del Equipo de Transformación (Trafomix)

El trafomix está sumergido en aceite y tiene las siguientes características:

- Relación de Tensión 22900/220 Voltios, 3x50VA
- Relación de Corriente 40/5 Amperios, 3x30VA
- Ith 4KA
- I dinámico 10KA
- Clase de Precisión 0.2
- Aislamiento 24 – 50 – 170KV
- Frecuencia 60HZ
- Peso total 242Kg

- Altura de trabajo 4500msnm
- Conexión Corriente/Potencial YN – YN / Y - YN
- Año de fabricación 2001
- Tipo TIPCOE – 324
- Marca Electric Power
- Numero de Serie TE - 797
- Norma de Fabricación IEC – 185 / IEC - 186

Nota: El Trafomix tienen los bushing laterales.

El medidor es del tipo electrónico A1R-L CL 20 Form 5A con perfil de carga y con tensión de trabajo de 96 a 512 voltios.

Fecha de Fabricación

Se indica en la caja y en el protocolo de pruebas.

Pruebas

El proveedor presentó al propietario seis (06) copias certificadas de los documentos que demuestren que todas las pruebas indicadas en las normas consignadas en el numeral 2.0 han sido realizadas y que los resultados obtenidos están de acuerdo con la presente especificación y la oferta del postor. El costo de efectuar tales pruebas estará incluido en el precio cotizado por el postor.

3.14 Transformadores de distribución

3.14.1 Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los transformadores de distribución trifásicos, y describen su calidad mínima aceptable.

3.14.2 Normas aplicables

Los transformadores de distribución, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según versión vigente a la fecha de la

convocatoria de la licitación:

IEC 76.1

POWER TRANSFORMERS

3.14.3 Características de los Transformadores Trifásicos

Los transformadores trifásicos son del tipo de inmersión en aceite y refrigeración natural, con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, para montaje exterior.

El transformador elevador instalado en la Central Hidráulica de Pacarenca, tiene las siguientes características:

Marca	ABB
Número de Serie	LD 001322
Tipo	TOKWB
Año de Fabricación	1999
Potencia nominal continua	2500KVA
Frecuencia	60 Hz
Altitud de trabajo	4500 msnm
Tensión nominal primaria en vacío	23000 ± 2x2.5% V
Tensión nominal secundaria en vacío	400 V
Corriente MT / BT	62.8 / 3608.4 Amperios
Conexión en el lado de baja tensión	Triángulo
Conexión en el lado de alta tensión	estrella con neutro rígidamente puesto a tierra
Grupo de conexión	YNd5
Tensión de cortocircuito	6.0 %
Peso del Aceite	1410 Kg.
Peso total	6300 Kg.
Aceite de Refrigeración	NYNAS 106BN
Nivel de aislamiento del primario /Sec	50 / 3KV

· Tensión de sostenimiento	<u>Externo</u>	<u>Interno</u>
al impulso 1.2/50 μ s	150	125
· Tensión de sostenimiento		
a la frecuencia industrial (kV)	50	40
- Nivel de aislamiento del secundario y neutro:		
· Tensión de sostenimiento a la		
frecuencia industrial (kV)	:	3KV
- Norma de Fabricación	:	ITINTEC – 370.002

El transformador de distribución instalado en la Planta de la Minera Pucarrajo, tiene las siguientes características:

- Marca	:	ELECTRIC POWER
- Número de Serie	:	T - 1454
- Tipo	:	TD
- Año de Fabricación	:	2001
- Potencia nominal continua	:	1250KVA
- Frecuencia	:	60 Hz
- Altitud de trabajo	:	4500 msnm
- Tensión nominal primaria en vacío	:	23000 \pm 2x2.5% V
- Tensión nominal secundaria en vacío	:	460 V
- Corriente MT / BT	:	31.51 / 1568.9 Amperios
- Conexión en el lado de baja tensión	:	Triángulo
- Conexión en el lado de alta tensión	:	estrella con neutro aislado
- Grupo de conexión	:	Yd5
- Tensión de cortocircuito	:	5.20 %
- Peso del Aceite	:	340 Kg.
- Peso total	:	3050 Kg.

- Aceite de Refrigeración : NYNAS 106BN
- Nivel de aislamiento del primario /Sec : 50 / 2.5KV
 - . Tensión de sostenimiento

	<u>Externo</u>	<u>Interno</u>
al impulso 1.2/50 μ s	170	125
Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial (kV)	50	40
- Nivel de aislamiento del secundario y neutro:
 - . Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial (kV) : 2.5.KV
- Norma de Fabricación : ITINTEC – 370.002

Los transformadores trifásicos tendrán los siguientes accesorios:

- Tanque conservador con indicador visual del nivel de aceite.
- Ganchos de suspensión para levantar al transformador completo.
- Conmutador de tomas en vacío
- Termómetro con indicador de máxima temperatura.
- Grifo de vaciado y toma de muestras en aceite.
- Ruedas orientables en planos perpendiculares.
- Borne de conexión a tierra.
- Placa de características.

3.14.4 Pruebas

Los transformadores serán completamente armados en fábrica donde se realizarán las siguientes pruebas, de acuerdo con las normas preestablecidas.

- a. Pruebas de rutina
 - . Aislamiento con tensión aplicada
 - . Aislamiento con tensión inducida
 - . Relación de transformación

Polaridad

Medición de pérdidas en vacío

Medición de pérdidas en cortocircuito

Medición de la tensión de cortocircuito

Rigidez dieléctrica del aceite

Corriente de excitación

b. Pruebas de tipo

Prueba de calentamiento efectuada a una (01) unidad por lote por cada tipo de transformador.

Prueba de impulso atmosférico efectuada a una (01) unidad por lote, por cada tipo de transformador.

El costo de efectuar estas pruebas estará incluido en el precio cotizado por el postor.

3.14.5 Embalaje

Los transformadores han sido cuidadosamente embalados en cajas de madera de dimensiones adecuadas para el transporte marítimo y terrestre. Cada caja tiene impresa la siguiente información:

nombre del propietario

nombre del fabricante

masa neta y total

potencia del transformador

3.14.6 Información Técnica Requerida

El postor presentará con su oferta las hojas de características técnicas garantizadas de los acápite 8, 9 y 10 debidamente llenadas, firmadas y selladas.

Deberá incluir también la siguiente información:

Catálogos del fabricante en los que se muestren fotografías o dibujos con las dimensiones, características eléctricas y mecánicas de los transformadores.

Manuales de operación y mantenimiento.

En caso que el postor proponga normas distintas a las especificadas deberá incluir una copia de éstas.

CAPITULO IV ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE ELECTROMECHANICO

4.1 Generalidades

El montaje de los equipos y materiales cumplen con los requisitos del Código Nacional de Electricidad y del Reglamento Nacional de Construcciones.

El Contratista de las obras efectuó las coordinaciones necesarias con las entidades o contratistas que ejecuten trabajos en el área del proyecto a fin de evitar contratiempos que se puedan presentar.

Para la ejecución de las obras electromecánicas se empleo personal calificado, con experiencia en obras similares.

4.2 Instalación de postes

4.2.1 Ubicación de poste

Las estructuras han sido ubicadas de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

El supervisor ha inspeccionado la ubicación de cada poste o estructura en el terreno conforme estos han sido determinados por el Contratista y aprobado en forma definitiva su ubicación, del mismo modo ha ordenado efectuar los cambios que se crean convenientes.

Al efectuar el replanteo de la línea y en caso necesario, el contratista ha determinado la diferencia de elevación del terreno y de los postes, así como su ubicación respecto al eje de las líneas.

4.2.2 Izamiento de poste

Se efectuó la excavación de los huecos para la cimentación de los postes, los que se

empotraron en un hueco de 0.60 m de diámetro con una profundidad de 1.40m para postes 12m y 1.50m para postes de 14m de longitud respectivamente y han sido rellenas mediante capas sucesivas de grava, piedra y tierra compactada. Parte de la tierra sobrante se ha apilado alrededor de la base del poste de tal manera que el agua resbale hacia afuera siendo el resto retirado.

Los postes han sido ensamblados con el armado correspondiente antes de ser cimentados, tratando de que las estructuras de alineamiento queden perpendiculares al eje de la línea y los de cambio de dirección y terminales tengan una ligera inclinación de modo que al tensarse la línea se enderezcan.

Todo el material de los armados (Aisladores y ferretería), han sido manipulado cuidadosamente durante el transporte y el montaje, para evitar causar daños al galvanizado.

Fue de responsabilidad del contratista cuidar el alineamiento de la postería y su verticalidad.

Todos los postes se han enumerado en forma correlativa con pintura negra y a dos metros de altura, conteniendo el número de poste, la altura, la clase y el grupo.

4.3 Instalación de aisladores

4.3.1 Aislador tipo pin:

Los aisladores tipo Pin se acoplaron en las espigas correspondientes y se instalaron en los postes y crucetas, verificando el ajuste correcto de todos sus elementos y la posición de la ranura del aislador en el sentido de la línea.

Durante el manipuleo se tuvo especial cuidado y se verificó el buen estado de los elementos.

4.3.2 Aisladores poliméricos

Antes de proceder al armado de los aisladores poliméricos fueron limpiados y armados cuidadosamente, asegurándose que los seguros queden debidamente instalados. La instalación se llevó a cabo en el poste ya instalado teniendo cuidado que durante el izaje de

las cadenas a su posición final, no se produzcan golpes que pueden dañar a los aisladores.

4.4 Instalación de retenidas

Después de haber sido instalado el poste y compactado la base correctamente y previa a la instalación de los conductores, se procedió a instalar las retenidas según indicación de los armados, para lo cual se abrió el suelo con las excavaciones necesarias, donde se colocó el bloque de anclaje, la varilla y accesorios respectivos; luego se cerró la excavación compactando el terreno con apisonamientos hasta obtener la misma compactación del suelo. Seguidamente se procedió a la instalación del cable de acero, guardacabos, grapas paralelas y/o mordazas preformadas, quedando la retenida expedita para su ajuste final.

El ajuste definitivo de las grapas se hará después de verificarse el templado del cable.

4.5 Tendido de conductores

En el tendido de conductores se ha considerado que el manipuleo de los mismos durante el transporte, almacenaje y tendido se realizó de manera que no sufra daños por rozaduras.

En algunas circunstancias se produjo daños y/o roturas de algunos de los hilos que forman el conductor se procedió a su reparación por medio de manguitos de empalme, para casos de daños mayores el cable se cortó y se empalmó.

El conductor fue tendido bajo tracción, empleándose dispositivos de frenado adecuado para asegurarse que el conductor en todo momento se mantenga con la tensión suficiente para evitar que toque el suelo o sea arrastrado. La tensión de frenado se tuvo que aplicarse con cuidado a fin de que el conductor no sufra tirones.

El conductor no fue sometido en ningún momento a esfuerzos superiores al 20 % de su carga de rotura.

Los conductores se tendieron usando poleas en los postes en los que permanecerán

apoyados los conductores por lo menos 48 horas antes de hacer los ajustes del templado y fijado a los aisladores.

En los aisladores tipo pin, se fijó el conductor mediante varillas preformadas y en las cadenas de anclaje mediante las grapas respectivas.

El conductor se instaló de acuerdo a la tabla de templado del proyecto y se efectuó en horas que la velocidad del viento sea nula o muy baja.

Se procuró en lo posible reducir la cantidad de empalmes a utilizarse, los cuales emplearon manguitos de empalme.

No se aceptó el uso de más de un manguito de empalme por conductor y por vano. No se instaló ningún empalme a menos de tres metros de un poste o estructura, ni en los vanos donde la línea cruce carreteras, líneas de comunicación, ríos, etc.

En lugares donde los conductores atraviesen árboles, estos han sido podados con anterioridad a fin de que no ocasionen problemas a la línea.

4.6 Sistema de puesta tierra

Los postes tienen puesta a tierra consistente en conductores de bajada de cobre, enrollado helicoidalmente en el empotramiento del poste.

El cable de tierra conectará a todas las partes metálicas y está fajada al poste a través de grapas tipo "U".

En armados donde según planos se indican se instaló pozos de tierra el cual lleva electrodos tipo cooperweld, rodeado de un relleno seleccionado a base de sal, carbón y tierra cernida.

4.7 Montaje e instalación del cable de guarda

Los diversos dispositivos de los accesorios están completos de todas las piezas y elementos de conexión obteniéndose un montaje fácil y sin posibilidades de errores que produzcan una disminución en las características electromecánicas.

Todos los dispositivos están integrados por una cantidad suficiente de piezas

articuladas, a fin de absorber sin daño los choques que puedan ocurrir durante el montaje o en caso de rotura del conductor.

A fin de evitar el aflojamiento de los pernos en sus conjuntos, todas las tuercas fueron fijadas por medio de un dispositivo de seguridad.

Las piezas sujetas a rozamientos por movimientos relativos entre ellas, fueron diseñadas de tal manera de repartir el movimiento sobre la superficie más ancha posible.

El diseño de las partes mecánicas contiguas y de sus superficies fue tal que permite mantener un buen contacto eléctrico, bajo las más desfavorables condiciones de servicio.

El diseño de todos los accesorios son tales como para impedir la entrada y el depósito de humedad en el conductor y/o cable de guarda y en las piezas, así como la corrosión de las partes metálicas.

En el diseño de los diversos tipos de accesorios se normalizaron lo más posible, los diversos tipos de piezas utilizadas en particular pernos, tuercas, arandelas y chavetas, a fin de reducir la variedad de repuestos.

4.8 Equipos de seccionamiento

Pararrayos y seccionadores

Antes de la instalación de los pararrayos y seccionadores se realizó una inspección visual de manera de poder determinar que el aspecto general del equipo es el correcto y que está en buenas condiciones.

La Instalación de los equipos se realizó con mucho cuidado y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

4.9 Montaje del sistema de medición

El ejecutor y supervisor de obra, verificó la ubicación, disposición y orientación del Trafomix, siendo coincidente con la ubicación del murete del sistema de medición.

El ejecutor efectuó el montaje y conexión del Trafomix a los equipos como seccionadores tipo Cut-Out y Pararrayos; siendo el Medidor Electrónico instalado por el

personal técnico de la concesionaria (Hidrandina S.A.).

El Trafomix fue izado mediante cabria y se fijó a la plataforma de la estructura biposte mediante perfiles angulares y pernos.

El montaje de Trafomix fue hecho de tal manera que garantice que aun bajo el efecto de temblores, este no sufra desplazamientos.

Los seccionadores fusibles se montaron en las crucetas respectivas siguiendo las Instrucciones del fabricante. Se tubo cuidado que ninguna parte con tensión de estos seccionadores fusibles quede a distancia menor que aquellas estipuladas por el Código Nacional de Electricidad, considerando las correcciones pertinentes por efecto de altitud sobre el Nivel del Mar.

Se comprobó que la operación del seccionador no afecte mecánicamente a los postes, a los bornes del Trafomix, ni a los conductores del conexionado.

Los seccionadores - fusibles y el Reclosed una vez instalados y conectados a las líneas de 22.9 Kv y al Trafomix, permanecieron en la posición de “abierto” hasta que culminen las pruebas en vacío en la línea.

El conexionado de conductores en 22,9 KV y las salidas al medidor se realizó mediante terminales de presión y fijación mediante tuercas y contratueras.

El conductor para la conexión del Trafomix a la línea fue del tipo seco NS2XY, 25KV.

4.10 Pruebas y puesta en servicio

Al término de la ejecución de las obras se efectuaron las pruebas protocolares en vacío y con tensión del Sub Sistema en presencia del Ingeniero Supervisor, empleando instrucciones y métodos de trabajo apropiados para tal efecto.

Si en el curso de las pruebas, se revelaron algunas fallas en las Instalaciones efectuadas por el contratista, este efectuó las correcciones hasta que los resultados de las pruebas han sido satisfactorios a juicio del Supervisor.

Previamente a la ejecución de las pruebas, el Contratista en presencia del supervisor, limpió cuidadosamente los aisladores, eliminando los desmontes y efectuó toda labor que sea necesaria para dejar las líneas listas para ser energizadas.

Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

4.10.1 Secuencia de fase

Se verificó que la posición relativa de los conductores de cada fase

4.10.2 Continuidad

Se verificó la continuidad de las líneas en sus tres fases.

4.10.3 Resistividad

Se realizó mediciones de puesta a tierra, siendo los resultados que no sobrepasen los valores estipulados por las Normas, se procedió a mejorarlas a aquellos que no cumplieran con las normas establecidas.

4.10.4 Pruebas de Aislamiento

Se midió el aislamiento entre fases y fase y tierra, comprobándose que los niveles de aislamiento correspondan a lo especificado por las Normas y el Código Nacional de Electricidad

4.10.5 Pruebas con Tensión

Una vez concluidas satisfactoriamente las pruebas arriba Indicadas, se firmaron los protocolos de pruebas y con la autorización del Supervisor, se procedió a aplicar tensión a la línea sin carga y luego se tomo carga progresivamente, siendo el comportamiento operativo de la línea satisfactoria.

4.11 Recepción provisional

Terminada la ejecución de las obras y subsanadas todas las fallas eventuales que se encontraron, el Contratista solicitó la Recepción Provisional de las Instalaciones.

4.12 Plazo de garantía

Todos los trabajos realizados por el Contratista esta garantizado contra todos los

defectos de ejecución durante doce meses, a partir de la fecha de la recepción provisional de las instalaciones.

Durante este plazo todo defecto de montajes imputables al Contratista, deberá ser reparado a satisfacción del propietario y por cuenta del Contratista.

CAPITULO V CALCULOS JUSTIFICATIVOS

5.1 Normas aplicables

La ingeniería de detalle y Labores de replanteo, se ha desarrollado en conformidad a las prescripciones de las Normas que se emplearon para formulación de los Expedientes Técnicos de ingeniería de definitiva:

- Código Nacional de Electricidad Suministros 2001
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y su Reglamento.
- Normas DGE/MEM, vigentes.
- Resoluciones ministeriales

(relativo a Sistemas Eléctricos para tensiones entre 1 y 36KV – Media Tensión, vigentes)

- Normas DEP/MEM 501 Bases para diseño de Líneas y Redes Primarias.
- Normas DEP/MEM 311 Especificaciones Técnicas para el suministro de materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias.
- Normas DEP/MEM 312 Especificaciones Técnicas de Montaje para Líneas y Redes Primarias, diseño de armados y detalles.

5.2 Distancias mínimas de seguridad

5.2.1 Distancia de seguridad entre los Conductores en los soportes para el mismo circuito y diferentes circuitos

Para Tensión > 11,000 V: $0.50\text{mt} + 0.01\text{m/KV}$, en exceso de 11KV.

Para tensión = 22.9KV + 5%: tenemos 0.63mt según CNE (Tabla 235-1)

Para el proyecto se puede considerar la separación de 0.7mt, normalizado por la

DEP/MEM. Aplicando el Factor de Corrección por altura (FC = 1.475 para 4800 msnm) se ha considerado una separación en la estructura de 1.00mt.

5.2.2 Distancia vertical entre conductores tendidos en diferentes estructuras soportes

Según Normas DEP/MEM

Esta distancia se determinara mediante la siguiente formula:

$$D = 1.20 + 0.0102 (Fc) (kV1 + kV2 - 50) \quad (5.1)$$

Donde:

kV1 = Máxima Tensión entre fases del circuito de mayor tensión, en kV.

kV2 = Máxima Tensión entre fases del circuito de menor tensión, en kV.

Fc = Factor de corrección por altitud (FC = 1.475 para 4800 msnm)

La distancia vertical mínima entre:

- La Línea 22.9Kv se cruza con otra de 220Kv, la distancia vertical deberá ser mayor de 4.10mt
- Líneas en 22.9kV será de 1.13mt.
- Líneas de 22.9kV y Línea de 13.2kV de menor tensión será 1.00mt

Según tabla N° 232-1 del CNE.

5.2.3 Distancia vertical de conductores sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua (Según CNE Tabla N° 232-1)

c.1 Cuando los conductores recorren a lo largo y dentro de los limites de la carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino

- | | |
|---|---------|
| • Carreteras y Avenidas | 6.50 mt |
| • Caminos calles o callejones | 6.00 mt |
| • Espacios y guías peatonales o áreas no transitables por vehículos | 5.00 mt |
| • Calles y caminos en zonas rurales | 5.00 mt |

c.2 Cuando los conductores cruzan o sobresalen

- Carreteras y avenidas sujetas a tráficos de camiones 7.00 mt
- Caminos, calles y otras áreas sujetas al trafico de camiones 6.50 mt
- Calzadas, zonas de parqueo y callejones 6.50mt
- Áreas de agua no adecuadas para barcos de vela o donde su navegación esta prohibida 7.00mt.
- Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc. 6.50mt
- Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos : 5.00 mt

5.2.4 Distancias mínimas a terrenos boscosos o árboles aislados (DEP/MEM)

- Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles : 2.50 mt
- Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales : 3.00mt

Nota: Las distancias verticales se determinarán a la máxima temperatura y las distancias radiales se determinaran a la temperatura en la condición EDS y declinación con carga máxima de viento. Las distancias radiales podrán incrementarse cuando haya peligro que los árboles caigan sobre los conductores.

5.2.5 Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios bajo tensión y elementos puestos a tierra

$$D = 0.25\text{mt} \quad (5.2)$$

Nota: Esta distancia no es aplicable a conductor neutro.

5.2.6 Distancia horizontal mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano

$$D = 0.0076 (U) (Fh) + 0.0.37 Vf; \text{ Para vanos menores a } 180\text{mt de longitud. (5.3)}$$

$$D = 0.0076 (U) (Fh) + 0.65 Vf; \text{ Para vanos mayores a } 180\text{mt de longitud. (5.4)}$$

Donde:

U = Tensión Nominal entre fases, kV.

Fh = Factor de corrección por altitud

f = Flecha del conductor a la temperatura máxima prevista, mt.

Además de las distancias en estado de reposo, se deberá verificar, también, que bajo una diferencia del 40% entre presiones dinámicas de viento sobre los conductores mas cercanos, la distancia D no sea menor que 0.20mt.

5.2.7 Distancia Vertical Mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano

Se tiene las siguientes apreciaciones:

	ESTÁNDAR	CORREGIDO
• Para vanos hasta 100mt	0.70mt	1.033mt
• Para vanos entre 101 y 350mt	1.00mt	1.475mt
• Para vanos entre 350 y 600mt	1.20mt	1.770mt
• Para vanos mayores a 600mt	2.00mt	2.950mt

En estructuras con disposición triangular de conductores, donde dos de estos estén ubicados en un plano horizontal, solo se tomara en cuenta la separación horizontal de conductores si es que el conductor superior central se encuentra a una distancia vertical de 1.00m ó 1.20mt (Según la longitud de los vanos) respecto a los otros 2 conductores.

5.3 Determinación del nivel de aislamiento

La línea Primaria en 22,9 kV recorrió zonas de altitud sobre el nivel del mar que varían entre 3,500 y 4,800 m. s. n. m.

Según el Código Nacional de Electricidad; Tomo IV la tensión nominal deberá multiplicarse por un factor " F_h " que toma en cuenta la disminución del aislamiento externo por causa de la altitud.

$$F_h = 1 + 1.25[H - 1000] 10^{-4} \quad (5.5)$$

Donde:

H = Altitud en metros.

Para la altitud máxima $H = 3,500$ m.s.n.m., el factor es: $F_h = 1,3125$

Para la altitud máxima $H = 4,000$ m.s.n.m., el factor es: $F_h = 1,375$

Para la altitud máxima $H = 4,300$ m.s.n.m., el factor es: $F_h = 1,4125$

Para la altitud máxima $H = 4,800$ m.s.n.m., el factor es: $F_h = 1,475$

F_h Factor de corrección por altura

$$F_t = \frac{273 + t}{313} \quad (5.6)$$

F_t Factor de corrección por temperatura donde:

t = temperatura de operación en °C.

Debido a que las condiciones de máxima demanda se darán generalmente entre las 08.00 Hrs. y 16.00 Hrs., se tiene previsto que la máxima temperatura que se alcance en el aislador no superará los 40°C, luego el factor $F_t = 1$

5.4 Tensiones nominales corregida

La tensión seleccionada 22,9 kV corregidas por los factores de corrección definidos son:

Tensión de distribución = $22,9 \times 1,3125 = 30,0560$ kV

Tensión de distribución = $22,9 \times 1,3750 = 31,4875$ kV

Tensión de distribución = $22,9 \times 1,4125 = 32,3462$ kV

Tensión de distribución = $22,9 \times 1,4750 = 33,7775$ kV

La relación entre la máxima tensión de servicio y la tensión nominal corregida se ha tomado Igual a 1.25, siendo 1.1 la recomendación dada por la Norma IEC 38, dando los siguientes valores de máxima tensión de servicio:

TENSION NOMINAL CORREGIDAMAXIMA TENSION DE SERVICIO

<u>Unc</u>	<u>Unc x1.25; Unc x 1.10</u>
30,0560 kV	37,5703; 33,0616 kV
31,4875 kV	39,3593; 34,6362 kV
32,3462 kV	40,4328; 35,5808 kV
33,7775 kV	42,2218; 37,1552 kV

5.5 Criterios para la selección del aislamiento

Los criterios tomados en cuenta para la selección del aislamiento son las sobre tensiones exteriores e interiores y la contaminación atmosférica.

Los Niveles de Aislamiento de Líneas y Redes Primarias en condiciones Standard

Tensión Nominal Entre Fases (kV)	Tensión máxima entre Fases (kV)	Tensión de Sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de Sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase a tierra (kVp)
22.9/13.2	25/14.5	125	50
22.9	25	125	50

Tabla 5.1

5.5.1 Sobretensiones exteriores

Las sobre tensiones exteriores se han calculado en base a la tensión de resistencia a la onda de impulso normalizada 1.2/50 μ seg (Tabla 3-II del C.N.E). Para La máxima tensión de servicio 37,1552 Kv, el valor de tensión no disruptiva al impulso es 170 kV pico.

Los aisladores que cumplen con este requerimiento, según las normas ANSI y catálogos de fabricantes, son:

TIPO DE AISLADOR (kVPico)	TENSION DE RESISTENCIA A LA ONDA IMPULSO
Aislador PIN clase ANSI 56-3	200
Aislador PIN clase ANSI 56-4	225
Aisladores polimérico para suspensión	250

5.5.2 Sobretensiones internas

Para el nivel de 22,9 kV que corresponde a la categoría de subtransmisión se ha tomado como base para los cálculos, algunas normas extranjeras y el Código Nacional de Electricidad el mismo que indica que las sobre tensiones internas son calculadas tomando el criterio de la tensión disruptiva bajo lluvia, cuya expresión matemática es;

$$U_c \text{ (kV)} = 2.1 [V_n \cdot F_h \cdot F_t + 5] \quad (5.7)$$

Donde:

$$U = V_n \cdot F_h \cdot F_t$$

U = Tensión nominal corregida por los factores de altitud y temperatura.

Uc = Tensión Disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio.

$$\text{Si : } V_n = 22,9 \text{ Kv} \quad (5.8)$$

$$\text{Para } 3,500\text{msnm el } F_h = 1.3125, \quad \Rightarrow U_c = 73,6181 \text{ kV}$$

$$\text{Para } 4,000\text{msnm el } F_h = 1.3750, \quad \Rightarrow U_c = 76,6237 \text{ kV}$$

$$\text{Para } 4,300\text{msnm el } F_h = 1.4124, \quad \Rightarrow U_c = 78,4223 \text{ kV}$$

$$\text{Para } 4,800\text{msnm el } F_h = 1.4750, \quad \Rightarrow U_c = 81,4327 \text{ kV}$$

Los aisladores que cumplen con este requerimiento son:

Tipo de aislador a tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio (kv pico)

Aislador PIN clase ANSI 56-3	80
Aislador PIN clase ANSI 56-4	95
Aisladores polimérico para suspensión	180

Según el Código de Seguridad Americano (NESC), la tensión disruptiva en seco no debe ser mayor que el 75% de la tensión de perforación.

La tensión disruptiva en Seco expresada por :

$$U_c(\text{kV}) = 2.2 [V_n \cdot F_h \cdot F_t + 5] \quad (5.9)$$

Donde:

$$U = V_n \cdot F_h \cdot F_t \quad (5.10)$$

U = Tensión nominal corregida por los factores de altitud y temperatura.

U_c = Tensión Disruptiva en seco a la frecuencia de servicio.

Para $V_n = 22,9 \text{ kV}$

Para 3,500msnm el $F_h = 1.3125$, $\implies U_c = 77,1237 \text{ kV}$

Para 4,000msnm el $F_h = 1.3750$, $\implies U_c = 80,2725 \text{ kV}$

Para 4,300msnm el $F_h = 1.4124$, $\implies U_c = 82,1617 \text{ kV}$

Para 4,800msnm el $F_h = 1.4750$, $\implies U_c = 85,3105 \text{ kV}$

Los aisladores que cumplen con este requerimiento son:

TIPO DE AISLADOR TENSION DISRUPTIVA EN SECO A LA FRECUENCIA DE SERVICIO (kV Pico)

<u>DESCRIPCION</u>	<u>KV</u>
Aislador PIN clase ANSI 56-3	125
Aislador PIN clase ANSI 56-4	140
Aisladores polimérico de suspensión	160

5.5.3 Contaminación atmosférica

La zona del proyecto presenta un ambiente relativamente limpio. Las lluvias frecuentes que se dan de Diciembre a Marzo limpian la poca suciedad acumulada en los aisladores.

De acuerdo a las Normas IEC-71-1, para zonas de baja contaminación ambiental es recomendable tomar un equivalente de depósito salino menor ó igual que 5 kg/m³.

Para estas condiciones la línea de fuga de la tensión fase-tierra debe estar comprendida entre 20 y 25 mm/kV

Para nuestro proyecto se tendrá consideraciones por las experiencias suscitadas en la operatividad de este sistema a través de los dos últimos años, para ello se ha considerado dos sectores para nuestro análisis de cálculo con el objetivo que el presente proyecto sea un sistema técnicamente aceptable y cuantitativamente económico:

5.5.3.1 La primera desde la C.H. Pacarenca (Ubicado a nivel de altura de 3500msnm) hasta la estructura N° 90 (4300msnm – Santa Teresa)

Se ha considerado en este sector un nivel de Contaminación Ligeró Limpia, para la cual le corresponde una distancia de fuga específica mínima de 16mm/kV

La longitud de línea de fuga requerida para H = 3,500 m.s.n.m esta tensión es:

$$\frac{37.5703Kv}{Raíz(3)} \times 16 \frac{mm}{kV} = 347.0595mm \quad (5.11)$$

La longitud de línea de fuga requerida para H = 4,000 m.s.n.m esta tensión es:

$$\frac{39.3593Kv}{Raíz(3)} \times 16 \frac{mm}{kV} = 363.5856mm \quad (5.12)$$

La longitud de línea de fuga requerida para H = 4,300 m.s.n.m esta tensión es:

$$\frac{40.4328Kv}{Raíz(3)} \times 16 \frac{mm}{kV} = 373.5022mm \quad (5.13)$$

5.5.3.2 Y la segunda desde la estructura N° 91 hasta la estructura N° 144 (Mina Pucarrajo)

Se ha considerado en este sector un nivel de Contaminación Fuerte, para la cual le corresponde una distancia de fuga específica mínima de 25mm/kV, por que entre los meses de Diciembre a Marzo se impregna hielo a los aisladores afectando sus cualidades de aislamiento respecto a tierra

La longitud de línea de fuga requerida para H = 4,300 m.s.n.m esta tensión es:

$$\frac{40.4328Kv}{Raíz(3)} \times 25 \frac{mm}{kV} = 583.5971mm \quad (5.14)$$

La longitud de línea de fuga requerida para H = 4,800 m.s.n.m esta tensión es:

$$\frac{42.42218Kv}{Raíz(3)} \times 25 \frac{mm}{kV} = 609.4192mm \quad (5.15)$$

Las líneas de fuga de los aisladores tipo PIN y SUSPENSION a usarse en este nivel de tensión se muestran a continuación:

- | | | |
|----|---------------------|----------|
| 1. | Aislador PIN 56-3 | 533.4 mm |
| 2. | Aislador PIN 56-4 | 685.8 mm |
| 3. | Aislador Polimérico | 650.0 mm |

5.5.4 Conclusión

De acuerdo a los resultados se seleccionarán los siguientes aisladores:

- Para las estructuras desde la C.H. Pacarenca hasta la Estructura N° 90 se esta considerado aisladores tipo PIN 56-3 y la de suspensión los Poliméricos, tanto para los de alineamiento, cambio de dirección y anclaje respectivamente, dado que estas están izadas a 3500msnm y 4300msnm respectivamente
- Para las estructuras desde la Estructura N° 91 hasta la 144 se esta considerado aisladores tipo PIN 56-4 y la de suspensión los Poliméricos, aplicando el mismo criterio anterior pero para estructuras izadas a las alturas de 4300msnm a 4800msnm respectivamente.
- Para anclajes simples y dobles, fin de línea y ángulos grandes de cambio de dirección, se utilizaron un Aislador polimérico para suspensión.
- La línea de fuga analizada teniendo en cuenta las recomendaciones de la Norma IEC- 71-1 es adecuada para el grado de contaminación prevista en la zona en especial para entre la alturas 4300 – 4800msnm por los daros estadísticos de la operación de este sistema.
- Se instalaron pararrayos tipo distribución en las estructuras N° 01, 18, 57, 95, 110,

111, 112, 124 y 144 conectados con sus puestas a tierra en malla.

- Se instalaron cables de guarda entre las estructuras N° 01 y 07, y partir de las estructuras N° 106 hasta la 144 y se reforzaron a la altura de las estructuras N° 40, 111, 124 y 144, instalando apartarrayos conectados con tres puestas a tierra en malla.

5.5.5 Aislamiento por sobretensiones a frecuencia industrial en seco

Esta sobre tensión se produce debido a fallas en el sistema y esta dada por la siguiente expresión:

$$V_{fi} = \frac{f_s \times V_{\max} \times H}{\sqrt{3 \times (1 - N \times \sigma) \times \delta^n \times fl}} \quad (5.16)$$

Donde:

f_s : Factor de sobre tensión a frecuencia industrial (1.5)

V_{\max} : Tensión Máxima (25KV)

H : Factor de Humedad (1.0)

N : Número de desviaciones estándar alrededor de la media (3)

σ : Desviación estándar (2%)

δ : Densidad relativa del aire

$$\delta_i = \frac{3.92 \times b}{273 + t} \text{ y } \log b = \log 76 - \frac{msnm}{18336} \quad (5.17)$$

Para $t = 15^\circ\text{C}$

Para $msnm = 2000\text{m}$ ($\delta = 0.805$)

Para $t = 10^\circ\text{C}$

Para $msnm = 4000\text{m}$ ($\delta = 0.637$)

Para $msnm = 4800\text{m}$ ($\delta = 0.576$)

n : Exponente empírico ($n = 1$)

fl : Factor de lluvia (0.83)

Obteniéndose los siguientes resultados:

Aislamiento necesario por sobre tensiones a frecuencia industrial

Descripción	Vfi (KV)
Para ≤ 2000 msnm	34.5
Para ≤ 4000 msnm	43.6
De 4000 a 4800 msnm	48.2

Tabla 5.2

Según recomendación de la Norma MEN/DEP-501: “Bases de diseño de Líneas y Redes Primarias”, el aislamiento necesario por sobre tensiones a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra debe ser: $V_{fi} = 50KV$

5.5.6 Aislamiento por sobretensiones atmosféricas

Las descargas atmosféricas son la mayor causa de fallas ocasionadas por los flameos por sobre tensiones directas e inducidas sobre las líneas de distribución, las cuales dependen de los siguientes factores:

- Intensidad y continuidad de las descargas atmosféricas (nivel isoceraumico), dicha intensidad varia en función a la altitud.
- Las líneas evaluadas consideran una altura libre de 10mt (equivalente al poste de 12m que se utilizan en las Líneas de 22.9Kv), lo que mejora el comportamiento ante las descargas atmosféricas.
- Las salidas de servicio por cada 100km/año tienden a eliminarse cuando se logra una tensión de flameo al impulso critico (VFIC, o critical impuse flashover voltaje-CFO) de la Línea de 300KV, valor que es posible lograrlo con la utilización de postes de madera, crucetas de madera y el aislamiento de los aisladores, en el caso de sobre tensiones inducidas.
- La cantidad de pararrayos de la SS.EE.DD, en nuestro pararrayos instalados en la Línea, prevén un grado de reducción de flameos, por lo que en los PSE tipo árbol, con una mejora cantidad de localidades distribuidas a lo largo de las líneas con

tribuyen a mejorar el comportamiento eléctrico.

- El aislamiento de las estructuras se logra con la combinación del CFO (Critical Flashover) de sus componentes: aislador mas poste y cruceta, las cuales contribuyen a elevar el aislamiento de la línea y a mejorar el comportamiento eléctrico contra descargas atmosféricas.
- Los CFO a 1000msnm considerados por la norma IEEE Std 1410-1997 para las estructuras con aislamiento en serie son los siguientes:
 - Aislamiento – Primer Componente CFO1
 - Aislador pin ANSI 56-2 150Kv
 - 2 aisladores campana 53-2 165Kv
 - Aire 600KV/m
 - Poste de madera 330KV/m
 - Crucetas de madera 360Kv/m
 - Segundo Componente CFO2
 - Cruceta de madera con aislador pin 250KV/m
 - Poste de madera con aislador pin 235KV/m
 - Tercer Componente CFO3
 - Poste De madera 65Kv/m

Nota: Los valores CFO son para madera mojada

$$CFO2 = 0.45CFO1 \quad \text{y} \quad CFO3 = 0.20CFO1$$

Los valores de CFO deben superar los 300KV

Los equipos y accesorios metálicos de las estructuras (seccionadores-fusibles, pararrayos, equipos de medición, etc.) contribuyen a reducir el CFO, lo cual se compensa a través de distancias aisladas suficientes y la utilización de pararrayos.

Los requerimientos de aislamiento por sobre tensiones atmosféricas se realiza para aislamiento de la línea primaria y la selección del BIL de los equipos de protección

del transformador de distribución (seccionador fusible tipo cut-out)

Las altitudes (msnm) influyen en el requerimiento del aislamiento, por lo que se ha zonificado al proyecto en dos niveles de altitud para el aislamiento de la Línea primaria para menores de 4000msnm y para mayores a 4000msnm (presentan mayor descargas atmosféricas)

A continuación se describe el procedimiento de cálculo del aislamiento requerido por descargas atmosféricas:

Donde:

$$V_i = \frac{NBI}{(1 - N \times \sigma) \times \delta} \quad (5.18)$$

NBI : Nivel Básico de Aislamiento (125KV – BIL)

N : Numero de desviaciones estándar alrededor de la media (1.2)

σ : Desviación estándar.

δ : Densidad relativa del aire

Para $t = 15^\circ\text{C}$

Para msnm = 2000m ($\delta = 0.805$)

Para $t = 10^\circ\text{C}$

Para msnm = 4000m ($\delta = 0.637$)

Para msnm = 4800m ($\delta = 0.576$)

Obteniéndose los siguientes resultados:

Aislamiento necesario por sobre tensiones de impulso

Descripción	V_i (KV)
Para ≤ 2000 msnm	159
Para ≤ 4000 msnm	201
De 4000 a 4800 msnm	222

Tabla 5.3

De los cuadros anteriores se concluye que para obtener mejor performance en el aislamiento de la Línea se utilizo los siguientes aisladores:

- Para altitudes menores a 4300msnm, PIN 56-3
- Para altitudes mayores a 4300msnm, PIN 56-4
- A lo largo de la Línea se utilizo aisladores poliméricos de 36KV

5.6 Dimensionamiento de los pararrayos

Para determinar el aislamiento que debería tener los pararrayos a lo largo de la línea se ha tenido en cuenta las Recomendaciones de la Norma IEEE-62-22-1001 y la propuesta por Electro Perú para tomarlo en cuenta en Electrificación Rural.

Tal es así que la tensión máxima normalizada fase-tierra que pueda aparecer en cualquiera de las fases sanas cuando ocurre una falla monofasica fase-tierra en la otra fase. Dentro de la práctica americana se selecciona en base a lo siguiente:

Para un sistema trifásico primaria de cuatro conductores con neutro corrido con puestas a tierra múltiples: 1.25 veces la tensión nominal fase-tierra. Este es el caso a considerar un factor de falla de fase a tierra de 1.25, bajo la premisa de que el sistema esta efectivamente puesta a tierra a través de muchas puestas a tierra del neutro a lo largo de la línea.

Para un sistema trifásico de tres conductores con neutro solidamente puesto a tierra en la sub estación alimentadora: es 0.8 veces la tensión máxima de fase-fase del sistema ó por lo que es aproximadamente 1.5 veces la tensión nominal fase-tierra, que aplicable para nuestro caso, se tendría lo siguiente la tensión nominal del pararrayo

$$V_n = 1.50 \times 13.2 = 19.80 \text{ KV} \quad (5.19)$$

$$V_n = 0.80 \times 25 = 20 \text{ KV} \quad (5.20)$$

La tensión nominal del pararrayo normalizado mas próximo es de 21 KV, para nuestro caso estamos utilizando 21KV al inicio y final de la Línea, para proteger los equipos instalados en estas, ya que en ella las sobre tensiones a partir de 21KV se

disipen por ella, siendo estas las mas frecuente por la toma y retiro de carga y afectan en menor escala

Y en la trayectoria de la Línea se esta utilizando pararrayos de 24KV, dado a las descargas atmosféricas en temporadas de invierno que se presentan con sobre tensiones mucho mayores que las mencionadas anteriormente, ya que si fueran de 21KV su durabilidad de su tiempo de vida útil de estas son menores, dado a la experiencia de operatividad de este sistema durante los dos últimos años.

5.6.1 Máxima tensión continua de operación (MCOV)

Para la ubicación de los pararrayos el MCOV debe ser igual o mayor que el impuesto por el sistema, para un pararrayo de 21KV su correspondiente MCOV es de 17KV y para el de 24KV es de 19.5KV.

5.6.2 Otra forma de calcular las características del pararrayo

Por el análisis de la Empresa Electricidad de Potencia SAC, recomendaciones técnicas que hiciera a este proyecto para mejorar la estabilidad de este sistema en setiembre del 2003, entre ellas el dimensionamiento de los Pararrayos.

Pararrayos.- Los pararrayos instalados en la línea son de la marca Varistar AZL Heavy Duty Distribution Class de Cooper Power Systems, de 21 kV de tensión nominal, 17 kV de MCOV. Se tiene instalados estos pararrayos en ambos extremos de la línea (Estructuras P-1 y P-144) y en las demás estructuras P-18, P95 y P-124 pararrayos de 24kV de tensión nominal, 19.5KV de MCOV.

Estos han sido calculados considerando un sistema con neutro sólidamente a tierra, que podría ser cuando la línea está conectada al transformador de salida en la C.H. Pacarenca. En este caso, la mínima tensión de operación fase-tierra continuamente aplicada que se espera es:

$$U_{c, \min} = 1.05 \cdot U_m / \sqrt{3} = 1.05 \times 25 / \sqrt{3} = 15.2 \text{ kV} \quad (5.21)$$

Como el factor de sobre tensión temporal (1.05) – o la relación de la sobre

tensión temporal respecto de U_m – en sistemas efectivamente aterrados va desde 1.2 a 1.4, siendo este último valor el usualmente empleado en sistemas de distribución, la sobre tensión temporaria máxima (U_{TOV}) será:

$$U_{TOV} = 1.4 \times U_m / \sqrt{3} = 1.4 \times 25 / \sqrt{3} = 20.2 \text{ kV} \quad (5.22)$$

El tiempo de despeje de falla para líneas de distribución con neutro aterrado se considera máximo 10 s

Entonces, los pararrayos que se escoja debe tener un MCOV ≥ 15.2 kV y soportar una TOV de 20.2 kV por 10s. Un pararrayo de 18 kV de tensión nominal tiene 15.3 kV de MCOV > 15.2 kV; pero, de acuerdo con el gráfico siguiente soporta una sobre tensión temporaria máxima de $1.3 \times \text{MCOV}$ durante 10 s; es decir $1.3 \times 15.3 = 19.9 \text{ kV} < 20.2 \text{ kV}$.

Los pararrayos de 21 kV de tensión nominal tiene 17 kV MCOV > 15.2 kV y soporta por 10 s una sobre tensión temporaria máxima de $1.3 \times 17 = 22.1 \text{ kV} > 20.2 \text{ kV}$

Sin embargo, cuando la línea es energizada desde la Mina Pucarraju el sistema se convierte en uno con neutro aislado; en este caso el factor de sobre tensión temporal (U_{TOV}) es $\sqrt{3}$:

$$U_{TOV} = \sqrt{3} \cdot U_m / \sqrt{3} = \sqrt{3} \times 25 / \sqrt{3} = 25 \text{ kV} \quad (5.23)$$

Y la mínima tensión de operación fase-tierra continuamente aplicada puede ser igual a 25 kV porque en sistemas con neutro aislado una fase puede irse a tierra y seguir trabajando en esas condiciones permanentemente; en este caso la tensión $U_{\text{neutro}_{\text{max}}}$ será igual a U_m , y entonces:

$$U_{c, \text{min}} = 25 \text{ kV} \quad (5.24)$$

Y se debe escoger un pararrayos de 30 kV de tensión nominal (MCOV de 24.4 kV); que si bien es ligeramente menor que 25 kV requerido, ese es el caso extremo, con resistencia de puesta a tierra en el punto de falla igual a 0.

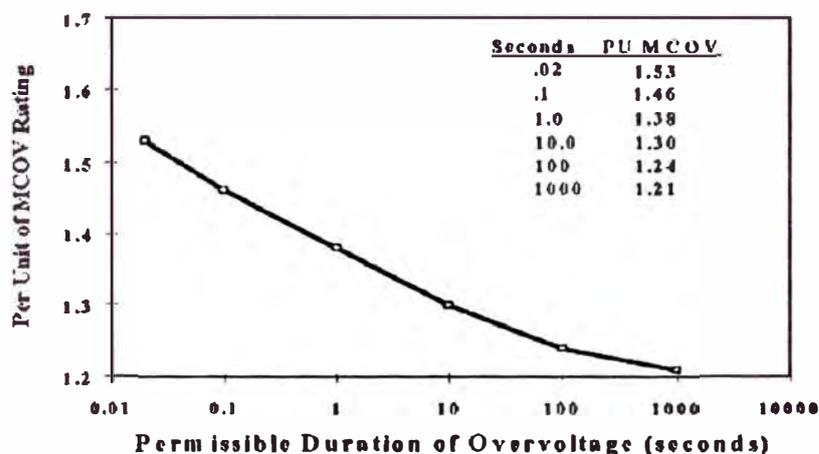


Figura N°5.1.- Capacidades TOV de pararrayos

El término “continuamente aplicada” se aplica a la tensión aplicada por más de 30 minutos y, por otro lado, bajo condiciones de falla el neutro en un sistema aislado puede eventualmente desplazarse de tal manera que origine sobre tensiones en las fases falladas más altas que la tensión máxima fase-fase; pero cada tipo de pararrayos tiene sus propias curvas de capacidad de sobre tensión temporaria v/s tiempo; así, a continuación se anotan las del pararrayos tipo Varistar AZL utilizado en esta línea. Hasta 1,000 s (17 min) debe soportar 1.42 veces MCOV y hasta 10,000 s (2h:47min) 1.40 veces MCOV. Es decir, los de 17 kV de MCOV, soportarán 24.14 kV por 17 min y 23.80 kV hasta por 2h:47min. Es probable que los altos valores de resistencia de puesta a tierra medidos han contribuido a esforzar los pararrayos cuando descargaban corrientes a tierra producto de las sobre tensiones.

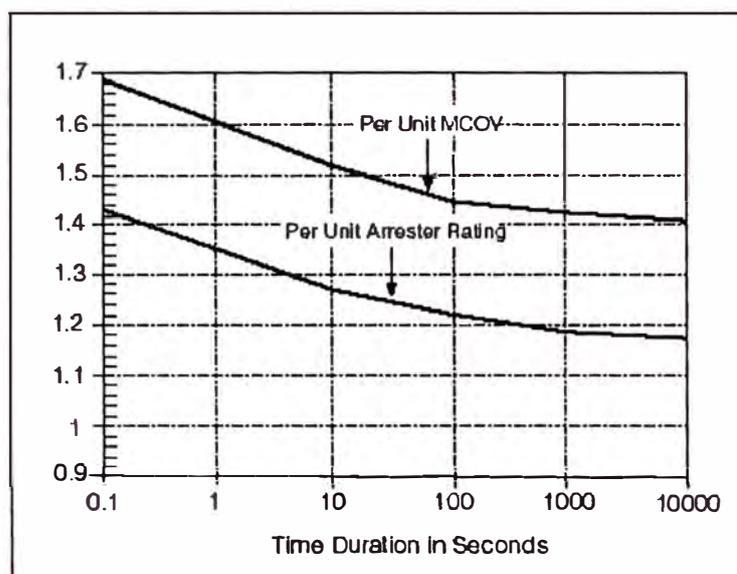


Figura 5.2

Tipos de pararrayos.- En general, el tipo de pararrayos a utilizar – de distribución (Normal Duty, Heavy Duty), intermedio o estación – se escoge dependiendo de la importancia y costo de los equipos a proteger. Los tipo estación tienen niveles de protección mayores que los intermedios y éstos tienen, a su vez, mayor nivel de protección que los de distribución. Mientras más importante y/o más costoso sea el equipo a proteger, se debe escoger un mayor nivel de protección. Para líneas de distribución es usual escoger el tipo distribución y, para altos niveles cerámicos el Heavy Duty); sin embargo, en las subestaciones principales el transformador de potencia es protegido por su propio juego de pararrayos tipo estación.

Pararrayos tipo distribución.- La norma IEEE Std C62.22 incluye en su Tabla 5 las tensiones nominales de los pararrayos comúnmente aplicados en sistemas de distribución, dependiendo de las tensiones fase-fase y fase tierra y de la forma cómo está aterrado el neutro del sistema – Cuatro hilos neutro estrella multiaterrado, *tres hilos aterrado a través de una baja impedancia* ó *tres hilos aterrado a través de una alta impedancia* -:

Tensiones del Sistema (V rms)		Tensión nominal de pararrayos recomendado (kV rms)		
Tensión nominal (V)	Tensión máxima (V)	4 hilos, neutro estrella multiaterrado	3 hilos aterrado a través de una baja impedancia	3 hilos aterrado a través de alta impedancia
22,860Y/13,200	24,200Y/13,970	18	24	
23,000	24,340			30

Tabla 5.4

Cuatro hilos neutro estrella multiaterrado.- Se interpreta que el neutro corrido tiene puestas a tierra conectados en cada estructura de tipo simple ó puestas a tierra cada cierta distancia (por decir cada 1KM) con varillas, tierra cernida, sales químicos ó similares, no debiendo ser su valor no mayor 25Ω , para este caso debería usarse pararrayos de 18KV.

Tres hilos aterrado a través de una baja impedancia.- Se interpreta que el terreno por donde pasa la línea tiene una baja impedancia, esto se deduce luego de un análisis de suelo que podría ser por mediciones de resistividad de terrenos ó por lo contrario se puede conseguir una baja resistividad construyendo pozos a tierra conectando por partes un neutro corrido con pararrayos de 24KV, realizando mantenimiento de puestas a tierra periódicamente

Tres hilos aterrado a través de una alta impedancia.- Lo interpreto que el terreno por donde pasa la línea tiene una alta impedancia, esto se deduce luego de un análisis de suelo que podría ser por mediciones de resistividad de terrenos, para lo cual no sería necesario mejorar las puestas a tierra del retorno, bastaría construir puestas a tierra una sola vez y conectar los pararrayos de 30KV, sin necesidad de un mantenimiento periódico de estas.

De la tabla anterior descrita es lo que recomiendan por lo general cada fabricante

en sus catálogos de pararrayos tipo distribución.

“Para nuestro caso estamos en un sistema de tres fases ó tres hilos aterrado a través de una baja impedancia prefabricada (con neutro aterrado en el inicio de la Línea con puesta a tierra menor que 3Ω y al final aislado), en distintos puntos de la Línea; nos recomiendan usar pararrayos de 24KV”

Pararrayos tipo estación.- En cuanto a los pararrayos tipo estación; también, cada fabricante recomienda cada tipo dependiendo de la tensión nominal del sistema. Así, Cooper Power incluye por cada tipo una tabla de aplicaciones de pararrayos recomendadas como sigue:

Para VariSTAR® Type AZE Surge Arresters. ANSI/IEEE C62.11 Certified Station Class Arresters (porcelana):

Recommended Arrester Applications for VariSTAR Station Class Arresters

System Voltage (kV rms)		Suggested Arrester Rating (kV rms)	
Nominal	Maximum	Solidly Grounded Neutral Circuits (Neutro solidamente conectado)	High Impedance Grounded, Ungrounded or Temporarily Ungrounded Circuits
23.0	24.2		24 – 27
24.9	26.4	18 – 21	

Tabla 5.5

Para UltraSIL™ Housed VariSTAR® Station Class Surge Arresters (goma de silicón):

Recommended Arrester Applications for VariSTAR Station Class Arresters

System Voltage (kV rms)		Suggested Arrester Rating (kV rms)	
Nominal	Maximum	Three-Wire or Four-Wire Wye Solidly Grounded Neutral (Neutro solidamente conectado)	<u>Delta and Ungrounded Wye</u>
22.9	24.2	18 – 21	24

Tabla 5.6

Niveles de protección.- La coordinación del aislamiento de sistema de distribución, respecto de los pararrayos se basa en los siguientes márgenes de protección, que deben ser mayores del 20%. Una vez seleccionado el pararrayos deberá comprobarse que:

$$PM_{L1} = [CWW/(FOW + Ldi/dt) - 1] \times 100\% \quad (5.25)$$

$$PM_{L2} = [(BIL/LPL) - 1] \times 100\% \quad (5.26)$$

Donde:

PM_{L1} : Margen de protección al frente de onda (FOW), en %.

PM_{L2} : Margen de protección a la onda completa, en %.

CWW: Tensión de sostenimiento a onda recortada del equipo protegido, en kV.

FOW: Nivel de protección al frente de onda del pararrayos, en kV.

BIL: Nivel básico de aislamiento al impulso del equipo protegido, en kV.

LPL: Nivel de protección contra sobre tensiones atmosféricas del pararrayos, en kV.

Ldi/dt: Caída de tensión en los cables de conexión del pararrayos, en kV.

La tensión de sostenimiento a onda recortada del equipo protegido (CWW) con aislamiento de aceite, aire, o sólidos inorgánicos puede ser asumida como $1.15 \times BIL$.

El nivel de protección al frente de onda del pararrayos (FOW) y el nivel de protección contra sobre tensiones atmosféricas del pararrayos (LPL) deben ser tomados de los catálogos del fabricante. En la siguiente tabla se muestran los valores de 4 tipos de pararrayos Cooper Power:

Tipo de pararrayos	Denominación	Arrest er Rating (kV)	MCO V (kV)	Front-of- Wave Protective Level (kV-Crest) (FOW)	Maximum Discharge Voltage (kV- Crest 8/20 ms Current Wave) (LPL)		Rated Dischar ge Energy (kJ/kV of MCOV)
					10 kA	20 kA	
UltraSIL™ Housed VariSTAR® Station Class Surge Arresters	US	21	17.0	68.1	56.3	62.5	3.4
		24	19.5	77.7	64.6	71.6	3.4
VariSTAR® Type AZE Surge Arresters. ANSI/IEEE C62.11 Certified Station Class Arresters	AZE-S	21	17.0	63.6	56.3	62.7	3.4
		24	19.5	73.0	64.6	71.9	3.4
UltraSIL™ Housed VariSTAR® Surge Arresters: Heavy Duty (10 kA)	UHG	30	24.4	101.0	91.8	101.0	5.6
VariSTAR® Type AZL Heavy Duty Distribution Class MOV Arrester	AZL	30	24.4	105.9	99.0	111.5	

Tabla 5.7. Protective Characteristics

5.6.2 Caída de tensión en los cables de conexión del pararrayos (Ldi/dt)

La descarga de las corrientes de rayo a través de las inductancias de los cables de conexión del pararrayos producirán una tensión que se adicionará a la tensión de descarga del pararrayos, solamente durante el incremento de la corriente de descarga; por ello, sólo se considera su efecto en el margen de protección al frente de onda.

La longitud de los cables de conexión de pararrayos es medida desde el punto de conexión del pararrayos a la fase y el punto de interconexión de la tierra del pararrayos

con la tierra del equipo a proteger, excluyendo la longitud del pararrayos. Los pararrayos en distribución se colocan muy cerca del equipo a proteger; así, podemos asumir una longitud total de 1 m.

La inductancia por unidad de longitud de los cables de conexión puede tomarse como de 1.3 $\mu\text{H/m}$ para aplicaciones típicas.

La estadística de rayos indica que el promedio del incremento de la corriente en una descarga atmosférica es de 24.3 kA/ μs para los primeros rayos y 39.9 kA/ μs para los subsecuentes; la típica tasa de incremento de corriente para coordinación de aislamiento en distribución se toma como la mitad de 39.9 kA/ μs , es decir 20 kA/ μs .

Por ejemplo, para el transformador de potencia de la C.H Pacarenca, con un BIL de 125 kVp, neutro sólidamente aterrado, podemos escoger un UltraSIL™ Housed VariSTAR® Station Class Surge Arresters de 21 kV de tensión nominal:

$$\begin{aligned} PM_{L1} &= [CWW/(FOW + Ldi/dt) - 1] \times 100\% \\ &= [(1.15 \cdot 125)/(68.1 + 1 \cdot 1.3 \cdot 20) - 1] \times 100\% \\ &= 52.76\% > 20\% \end{aligned} \tag{5.27}$$

$$\begin{aligned} PM_{L2} &= [(BIL/LPL) - 1] \times 100\% \\ &= [(125/56.3) - 1] \times 100\% \quad (10KA) \quad (125/62.5) - 1] \times 100\% \\ & \quad (20KA) \\ &= 122.02\% > 20\% \quad 100\% > 20\% \end{aligned} \tag{5.28}$$

Para el transformador de potencia principal de la mina, con un BIL de 125 kVp, neutro aislado, podemos escoger un UltraSIL™ Housed VariSTAR® Station Class Surge Arresters de 24 kV de tensión nominal:

$$\begin{aligned} PM_{L1} &= [CWW/(FOW + Ldi/dt) - 1] \times 100\% \\ &= [(1.15 \cdot 125)/(77.7 + 1 \cdot 1.3 \cdot 20) - 1] \times 100\% \\ &= 38.62\% > 20\% \end{aligned} \tag{5.29}$$

$$PM_{L2} = [(BIL/LPL) - 1] \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= [(125/64.6) - 1] \times 100\% \text{ (10KA)} \quad [(125/71.6) - 1] \times 100\% \text{ (20KA)} \\
 &= 93.49\% > 20\% \qquad \qquad \qquad 74.58\% > 20\% \qquad \qquad \qquad (5.30)
 \end{aligned}$$

Pararrayos para líneas aéreas.- Estos pararrayos se usan con el propósito primero de reducir las salidas causadas por rayos al eliminar o reducir los contorneos o contorneos inversos de los aisladores. Las consideraciones de aplicación difieren de los pararrayos normalmente utilizados para proteger los aislamientos no autorregenerativos, tales como son los transformadores de potencia. En este caso, se trata de lograr los niveles de protección más altos, mientras que los pararrayos para líneas aéreas son calculados - de tal manera que los aisladores son protegidos del inicio de contorneo por rayo – a una tensión justo debajo de su tensión de contorneo. En realidad se usan pararrayos de distribución, intermedios o tipo estación, pero están diseñados para ser instalados en paralelo con las cadenas de aisladores. Además, deben estar provistos de un dispositivo desconectador adicional que asegure una desconexión positiva en caso de falla del pararrayos que permita reponer al servicio la línea y la identificación plena de la unidad afectada.

Cooper Power tiene los tipo UltraSIL™ Transmission Line Surge Arresters, específicamente diseñados para este efecto.

System Voltage		Recommended Arrester Rating/MCOV per IEEE™ C62.22	
Nominal Line-to-Line Voltage kV rms	Maximum Line-to-Line Voltage kV rms	Effectively Grounded Neutral Circuits (kV rms)	Temporarily Ungrounded, Impedance Grounded or Ungrounded (kV rms)
34.5	36.5	27 / 22	27 / 22 – 45 / 36

Tabla 5.8: Recommended Arrester Rating/MCOV

Y sus características de protección son:

Tipo de pararrayos	Denominación	Arrester Rating (kV)	MCO V (kV)	Front-of-Wave Protective Level (kV-Crest)	Maximum Discharge Voltage (kV-Crest 8/20 ms Current Wave)		Rated Discharge Energy (kJ/kV of MCOV)
					10 kA	20 kA	
UltraSIL™ Transmission Line Surge Arresters		30	24.4	101.0	92.0	101.0	
		33	27.0	113.0	102.0	113.0	
		36	29.0	121.0	110.0	122.0	

Tabla 5.9: Protective Characteristics

Estos pararrayos pueden ser utilizados en el tramo P-106 a P-115 que tiene cable de guarda y donde el aislamiento combinado menor es de $257/1.46 = 176$ kVp. Así, con pararrayos de 30 kV (20KA):

$$\begin{aligned}
 PM_{L2} &= [(BIL/LPL) - 1] \times 100\% \\
 &= [((257/1.46)/101.0) - 1] \times 100\% \\
 &= 74\%
 \end{aligned}
 \tag{5.31}$$

Con pararrayos de 33 kV = 56%

Con pararrayos de 36 kV = 44%

En este caso se puede utilizar de 36 kV y su utilización óptima sería instalando pararrayos en las estructuras P-110, P-111 y P-112.

5.6.4 Especificaciones suministro

Los pararrayos deben ser especificados de acuerdo a lo siguiente:

- Tipo de Instalación : Interior ó exterior.
- Tensión Nominal en KV.
- Máxima Tensión Continua de Operación (MCOV)
- Frecuencia Nominal en Hz.

- Longitud de fuga.
- Altitud de instalación.
- Nivel Básico de Aislamiento externo KV.
- Tensión No disruptiva a la frecuencia de servicio en KV, en seco y bajo la lluvia.
- Corriente de Descarga Nominal con onda 8/20 μ s en KA.
- Tensión de Descarga en KV para la Corriente Nominal de descarga Nominal.

5.7 Posición del cable de guarda

El rol básico del cable de guarda, es la protección de los conductores contra los rayos directos capaces de provocar ondas de sobre tensiones y provocar la aparición de contorneos en las cadenas de aisladores.

Consideremos una nube, ubicada a una altura H sobre el suelo. Del punto 0 hacemos un círculo de radio H . Si el punto A se retira un cable de guarda, la descarga de la nube puede efectuarse indistintamente a el o al suelo.

Si trazamos la tangente en A al círculo formado, se forma un ángulo α , según se muestra en la figura. Si el conductor exterior de la línea se encuentra dentro del ángulo de protección α , la descarga se producirá al cable de guarda o al suelo.

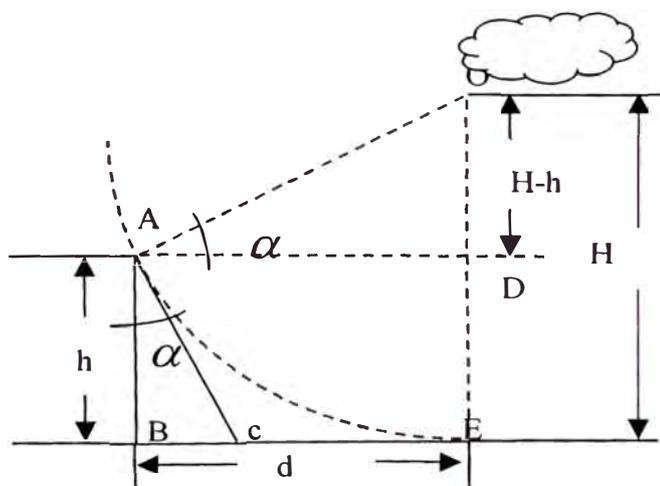


Figura 5.3

El ángulo α queda definido como:

$$Y = \text{Sen}\alpha = \frac{H - h}{H} \quad (5.31)$$

Si graficamos los valores de la expresión anterior, cuando $H = h$ se tendrá $\alpha = 0^\circ$ y cuando $\alpha = 90^\circ$ el valor de H debe ser infinito.

Para un valor $H = 2h$ el $\text{Sen } \alpha = 0.5$ y $\alpha = 30^\circ$.

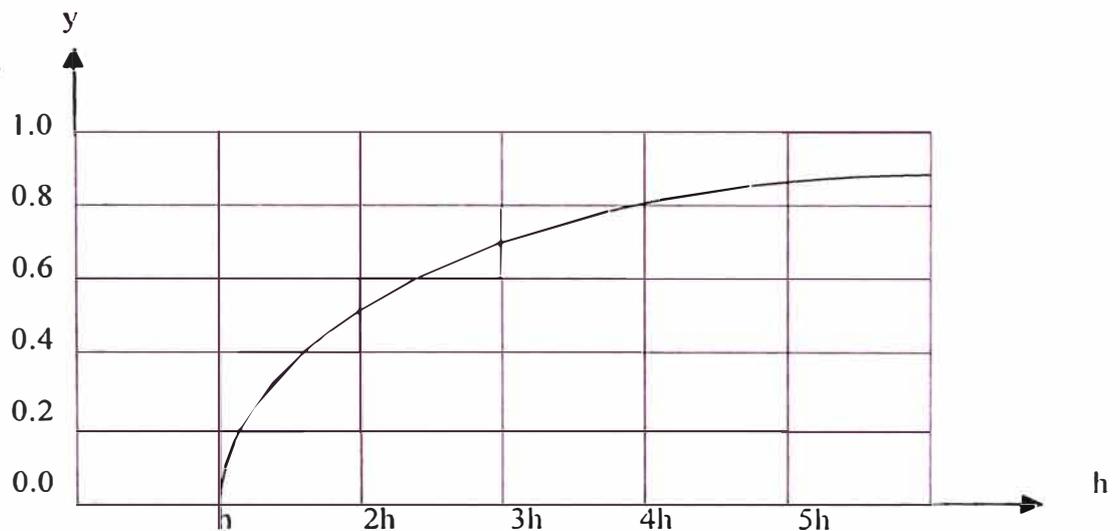


Figura 5.4

Se deduce del gráfico la razón por la cual se acostumbra adoptar el valor de $\alpha = 30^\circ$, ya que para este ángulo se tiene una altura de $H = 2h$.

En ciertos casos y países se acostumbra adoptar valores H es aumentar el valor de h , pero esto implica el empleo de soportes más altos lo cual es una limitación a la efectividad de este tipo de solución.

Respecto a la protección sobre la fase central de la línea, se tendrá la zona de protección indicada en la figura, partiendo de un ángulo $\alpha = 30^\circ$.

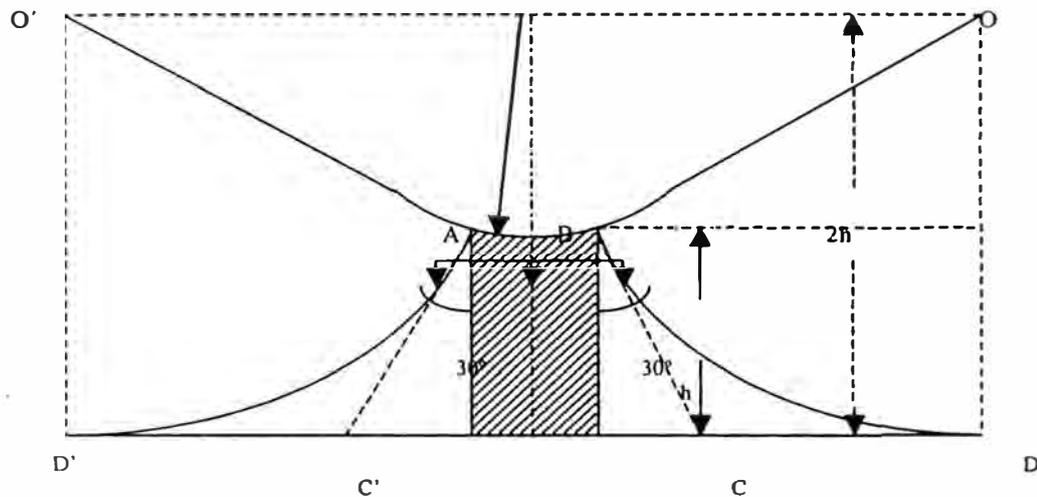


Figura 5.5

Conclusión

El recorrido de la línea es por zonas bajas, entre cerros, por lo que se puede considerar como naturalmente apantallada; sin embargo, se estima que está expuesta a rayos directos en la P-40, en el tramo entre la P-104 y la P-113, en la P-124 y en el tramo de llegada desde la P-133.

En los tramos considerados apantallados el problema principal son las tensiones inducidas por rayos que caen en la cercanía de la línea (descargas indirectas). Éstas, por lo general no superan los 300 kV y se estima que los contorneos se producen para rayos que caen dentro de 150 m máximo de la línea. Por lo tanto bastará con tener un aislamiento encima de 300 kV (438 kV, corregido para 4680 m.s.n.m.) para evitar casi completamente los contorneos por tensiones inducidas. Mientras más alta sea la puesta a tierra en estos puntos mayor será el esfuerzo a que estén sometidos los pararrayos al descargar las corrientes a tierra y se mantendrá la sobre tensión más tiempo del deseado. En ese sentido, las llegadas a las subestaciones están necesariamente provistas de cable de guarda, desde algunas estructuras antes (De 1.5 Km a mas), y puesto a tierra en cada estructura.

Por otro lado, una descarga directa provocará contorneo la mayoría de las veces; un rayo de 10 kA, por ejemplo, podría producir una sobre tensión de 2000 kV, muy por encima del aislamiento de la línea de distribución. Y si cae en el cable de guarda, la corriente del rayo fluyendo a través de la impedancia a tierra del poste va a provocar un incremento de potencial, resultando en una diferencia de potencial tan grande entre la bajada a tierra y los conductores de fase que provocará un contorneo inverso a través del aislador, de la bajada a tierra a uno de los conductores de fase.

Los cables de guarda pueden ofrecer una protección efectiva sólo si se tiene un buen nivel de aislamiento y se tiene puestas a tierra suficientemente bajas. En ese sentido, para los tramos no apantallados por elementos naturales del terreno donde las líneas están expuestas a descargas atmosféricas directas, la norma MEM/DEP-501 recomienda utilizar cable de guarda, incrementar el aislamiento a 400 o 500 kV (584 o 730 kV, corregidos para 4680 m.s.n.m.) y reducir las puestas a tierra de cada estructura a valores entre 10 y 15 Ohms. En este caso se emplea el ángulo de apantallamiento usual de entre 30 y 45° y el cable de guarda esta puesto a tierra en cada estructura. Adicionalmente, se está utilizando pararrayos para proteger el aislamiento de las líneas aéreas disminuyendo los contorneos de la misma.

Esta solución se complementa con la instalación de apartarrayos, pararrayos tipo Franklin que atraerán los rayos y así evitarán que caigan directamente sobre la línea. Estos atractores de rayos deberán estar instalados en cerros aledaños al trazo de la línea en puntos más elevados que ésta y a una distancia de 200 m a más para evitar la inducción de tensiones sobre ella.

5.8 Selección del conductor

El conductor seleccionado cumple con:

- a) Caída de Tensión,
- b) Determinación de Pérdidas,

c) Resistencia mecánica.

Consideraciones

Para el cálculo de los parámetros del sistema se ha tomado en consideración la configuración del sistema así como las características eléctricas del conductor.

Características del sistema:

Las características de la Línea Primaria son:

Tensión de servicio : 22,9 kV

Frecuencia : 60 Hz

Factor de potencia : 0,9

Datos del Conductor

SECCIÓN (mm ²)	70
MATERIAL	AAAC
SECCION REAL (mm ²)	65.80
DIAMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR (mm)	10,75
DIAMETRO DE LOS ALAMBRES (mm)	2.15
CARGA DE ROTURA (kg)	1738
RESISTENCIA A 20 °C EN CC (Ω/km)	0,495
MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/mm ²)	5700
COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL (KN/ mm ²)	23 x10 ⁻⁶

Tabla 5.10

5.8.1 Cálculo de la resistencia

Donde:

R₁ Resistencia a 20°C (ohm/km)

R₂ : Resistencia a 40°C (ohm/km)

T₂ : Temperatura máxima 40°C

T₁ : Temperatura inicial 20°C

a = 0.0036

5.8.2 Cálculo de la reactancia inductiva

$$X_L = 2 \Pi f (0.46) \log \left[2.756 \frac{DMG}{d} \right] 10^{-3} \quad (5.32)$$

Donde:

$$DMG = (D_{st} \cdot D_{RT} \cdot D_{RS})^{1/3}$$

DMG : Distancia media geométrica (mm)

d : Diámetro exterior del conductor (mm)

5.8.2.1 Para crucetas de 4.00 m. de longitud

Disposición de conductores;

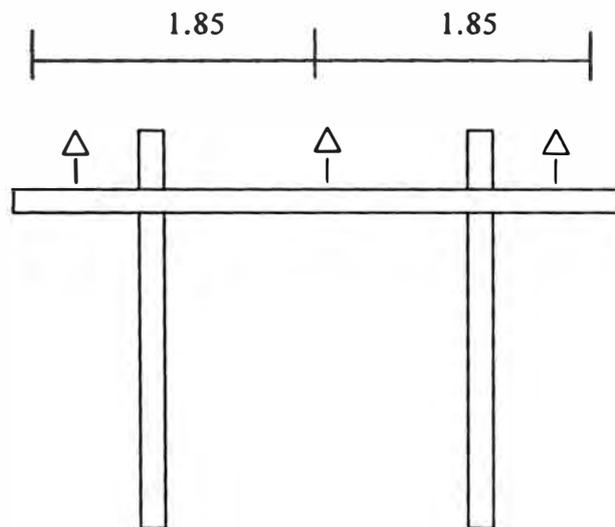


Figura 5.6

Para conductores de 70 mm² se tiene los siguientes parámetros:

Sección (mm ²)	Diámetro (d) (mm)	R (20°C) (Ohm/Km)	R (40°C) (Ohm/Km)	XL (Ohm/Km)	%FCT
70	10.75	0.495	0.53064	0.48279	0.00014578

Tabla 5.10

5.8.2.2 Para crucetas de 2.40 m. de longitud

Disposición de conductores;

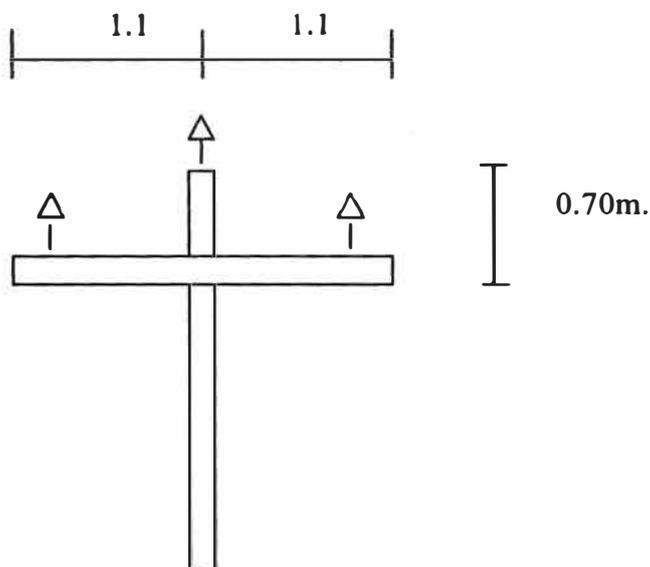


Figura 5.7

Para conductores de 70 se tiene los siguientes parámetros:

Sección (mm ²)	Diámetro (d) (mm)	R (20°C) (Ohm/Km)	R (40°C) (Ohm/Km)	XL (Ohm/Km)	%FCT
70	10.75	0.495	0.53064	0.45101	0.00014284

Tabla 5.11

5.8.3 Cálculo de la caída de tensión

El estudio evalúa el comportamiento del sistema eléctrico, considerando los requerimientos de la demanda eléctrica de todo el sistema. Para ello se ha considerado el estudio de flujo de carga y caída de tensión, teniendo en cuenta el área de influencia de todo el sistema.

La caída de tensión admisible en las líneas del proyecto Se ha determinado haciendo uso de los parámetros indicados anteriormente, tomando como punto de

partida la salida señalada anteriormente y la configuración de todo el sistema.

a) Sistema trifásico.

$$\Delta V_{3\phi} = \frac{\sum PL}{V} (R + X_L \tan \phi) \quad (5.33)$$

$$\Delta V_{3\phi} = \frac{\sum PL}{10V^2} (R + X_L \tan \phi) \quad (5.34)$$

CUADRO N° 1

CALCULO DE CAIDA DE TENSION Y PERDIDAS PARA DISTINTAS DEMANDAS DE POTENCIA
DE LA C.H. PACARENCA - MINA PUCARRAJO

ITEM	MAXIMA DEMANDA (KW)	DISTANCIA Km	SECCION AAAC mm2	% FCT	Caída de Tensión %Vn	Voltaje de Llegada KV	Corriente (Amp)	Perdida Potencia KW
1	600	30.4	70	0.00014578	2.659	22.291	17.267	14.43
2	700	30.4	70	0.00014578	3.102	22.190	20.238	19.82
3	800	30.4	70	0.00014578	3.545	22.088	23.235	26.12
4	900	30.4	70	0.00014578	3.988	21.987	26.260	33.37
5	1000	30.4	70	0.00014578	4.432	21.885	29.313	41.58

NOTA: Para nuestro calculo, se tomados los datos del % FCT para crucetas de 4.00mt de longitud

Donde:

%D V : Porcentaje de caída de tensión.

SP : Potencia Total KW.

L : Longitud en Km.

V : Tensión en KV

R : Resistencia en OhmKm.

X_L : Reactancia Inductiva 3ϕ en Ohm/Km.

Cos ϕ : Factor de Potencia (0.9)

Tan ϕ : 0.4843221048

En este estudio se analizó el comportamiento del Pequeño Sistema Eléctrico de Chiquian en régimen permanente.

La tensión en las barras de carga debe encontrarse dentro del rango +- 5 % de caída de tensión con respecto a la tensión nominal del sistema.

Para el análisis el cálculo de la caída de tensión se ha considerado:

La capacidad de generación de la Central Hidroeléctrica de Pacarenca es 2,000KW, considerando las cargas de las localidades de Aquia, Huasta, Carcas, Pampam y Chiquian; asumiendo un consumo total de aproximadamente Proyectado de 417kW (Máxima demanda actual 230KW) y el proyectado el consumo de la Planta Concentradora Magistral de 500 Kw. (Máxima demanda actual 350KW) y además de asumir un consumo máximo de la Mina Pucarrajo de 1000KW (Máxima demanda actual 750KW). Se observa que la máxima caída de tensión es de 4.432 %.

5.8.8.4 Determinación de pérdidas

Determinación de pérdidas de potencia por efecto joule

Las pérdidas de potencia se calcularon utilizando la siguiente formula.

Pérdidas de potencia en circuitos 3Ø

$$P_{3\phi} = \frac{P^2 \times (R_1) \times L}{1000 \times V_L^2 \times \cos^2 \phi}, \text{ en Kw} \quad (5.33)$$

P : Demanda de Potencia, en Kw.

R₁ : Resistencia del conductor a Temperatura de operación en (Ohm/km)

L : Longitud del circuito, en km.

V_L : Tensión entre fase, en kV

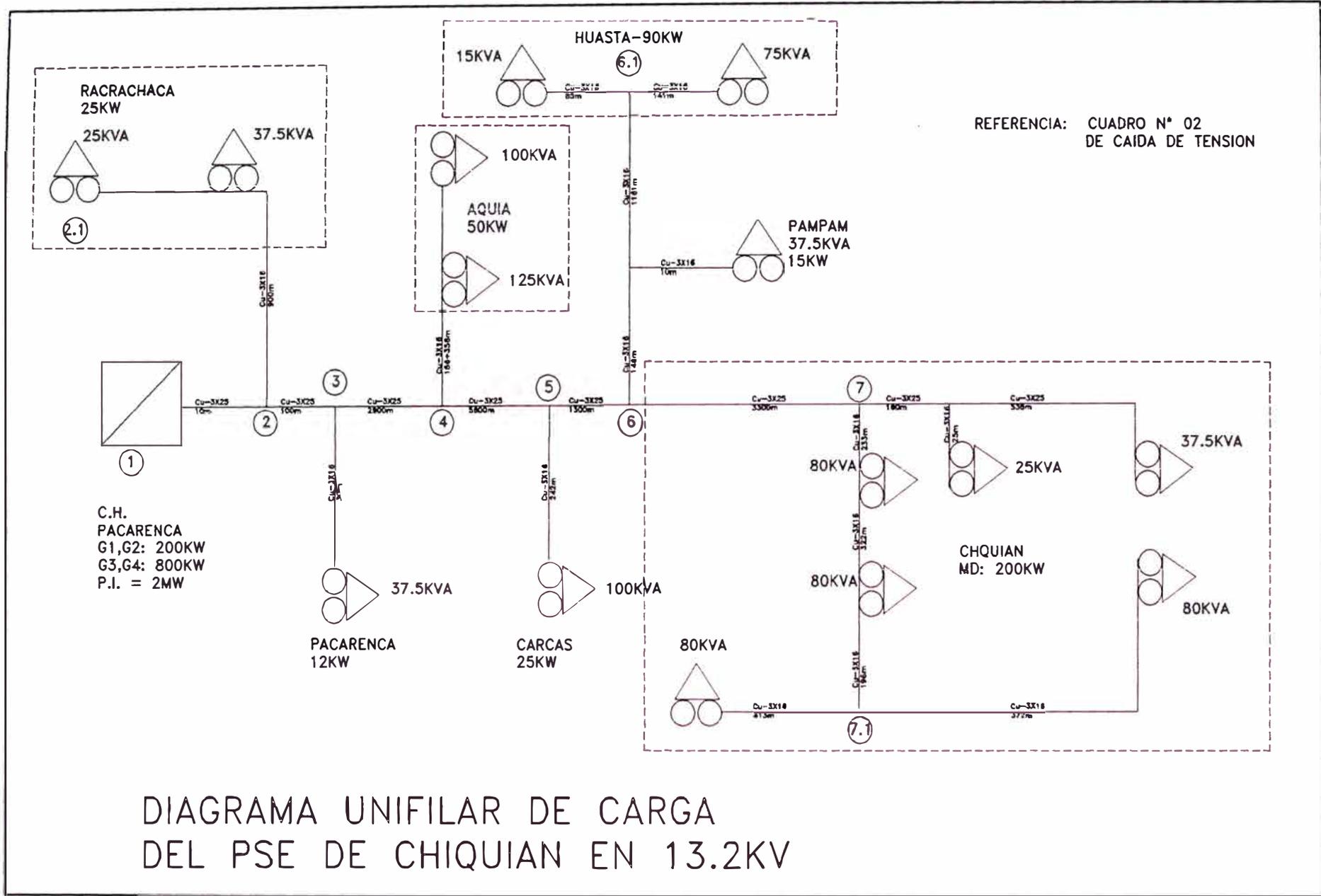
Ø : Angulo del factor de potencia.

Los resultados se muestran en el cuadro N°1 de determinación de pérdidas de energía.

CUADRO N° 2

**REGULACION DE TENSION Y PERDIDAS DE POTENCIA DEL P.S.E. CHIQUIAN DESDE LA C.H. PACARENCA
CON LA MINERA PUCARRAJO EN 22.9KV**

Puntos	LOCALIDAD	Demanda de Potencia	Sumatoria Demanda de Potencia	Longitud	Sección del Conductor	Resistencia R(40°C)	Reactancia X	F.C.T. en	Caida de Tensión	Sumatoria de Caída de tensión	Voltaje en la Barra	Corriente	Perdidas de Potencia	Sumatoria de perdidas de Potencia
N°		KW	KW	Km	mm2	OHM/Km	OHM/Km	%	%V	%V	KV	Amp.	KW	KW
1	Barras	0	1917	0.001	25	0.79	0.488132	0.0001957	0.0003752	0.0003752	22.89991	53.703	0.007	57.157
1.1	Mina Magistral	500	500	14.65	Al - 25	1.44	0.48778	0.0003196	2.34107	2.3414452	22.36381	14.343	13.019	13.019
1	Barras	0	1917	0.001	25	0.79	0.488132	0.0001957	0.0003752	0.0003752	22.89991	53.703	0.007	57.157
1.2	Mina Pucarrajo	1000	1000	30.4	70	0.5306	0.48279	0.00014578	4.4316208	4.431996	21.88507	29.313	41.581	41.581
1	Barras	0	1917	0.001	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.0003752	0.0003752	22.89991	53.703	0.007	57.157
2		0	417	0.01	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.0008161	0.0011912	22.89973	11.682	0.003	2.551
2.1	Racrachaca	25	25	0.9	Cu - 16	2	0.551159	0.000865	0.0194625	0.0206537	22.89527	0.700	0.003	0.003
				2.00210	1.25939	0.78577								
2		0	417	0.01	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.0008161	0.0011912	22.89973	11.682	0.003	2.551
3	Pacarenca	12	392	0.1	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.0076714	0.0088627	22.89797	10.982	0.029	2.545
4	Aquia	50	380	2.9	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.2156614	0.2245241	22.84858	10.669	0.782	2.516
5	Carcas	25	330	5.6	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.3616536	0.5861777	22.76577	9.299	1.148	1.734
6	Pampan	15	305	1.3	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.0775951	0.6637727	22.748	8.601	0.228	0.586
6.1	Huasta	90	90	1.2	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.0211356	0.6849083	22.74316	2.539	0.018	0.018
6	Pampan	15	305	1.3	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.0775951	0.6637727	22.748	8.601	0.228	0.586
7		0	200	3.3	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.129162	0.7929347	22.71842	5.648	0.249	0.340
7.1	Chiquian	200	200	1.2	Cu - 25	0.79	0.488132	0.0001957	0.046968	0.8399027	22.70766	5.650	0.091	0.091



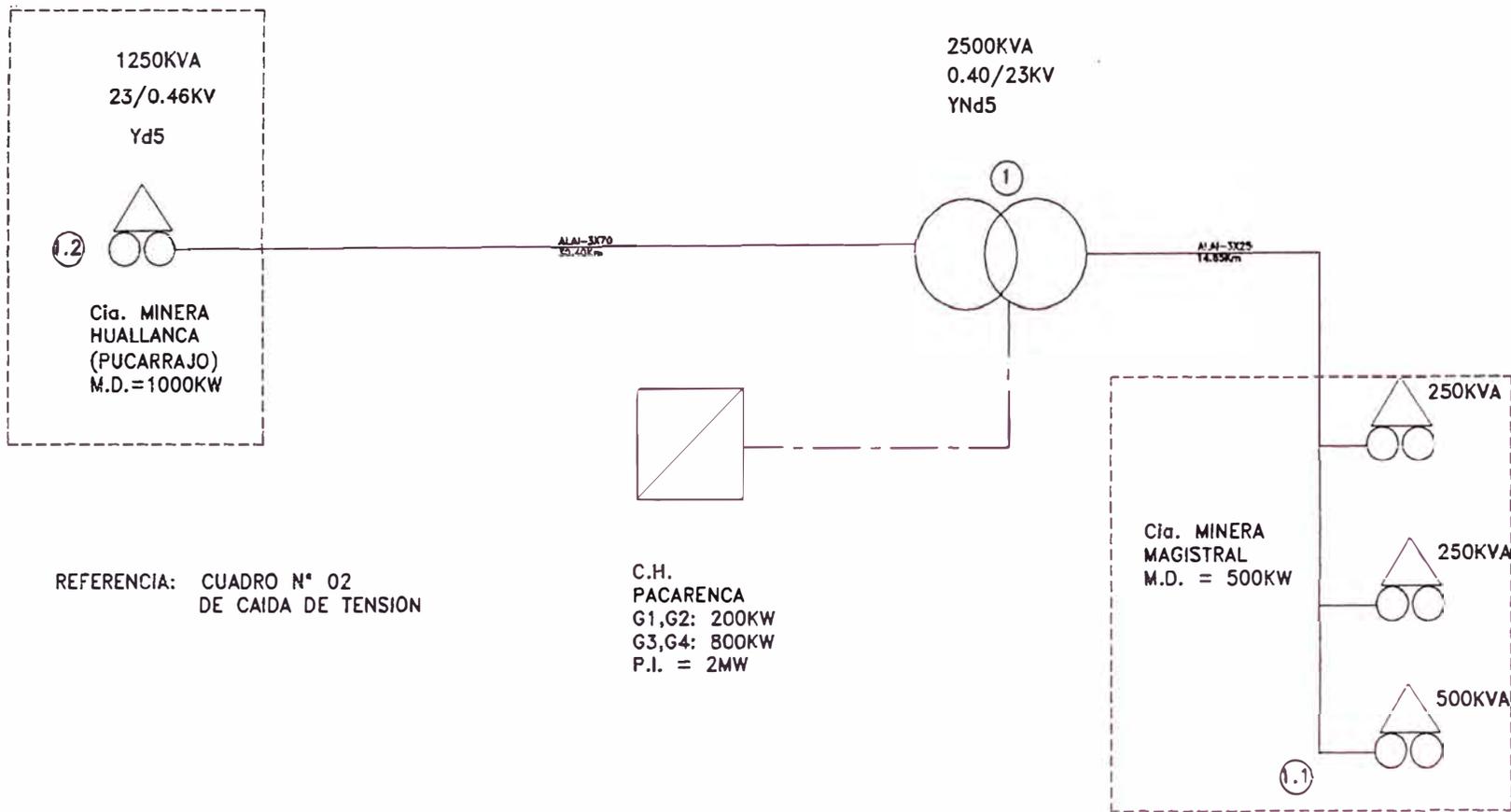


DIAGRAMA UNIFILAR DE CARGA DE LAS PLANTAS MINERAS DE CHIQUIAN EN 22.9KV

5.9 Cálculo mecánico de conductores

5.9.1 Datos generales

5.9.2 Hipótesis considerada

Se consideraron la siguiente hipótesis:

Para una altitud entre 3,500 a 4,800 m.s.n.m.

Hipótesis I – de templado

Temperatura	10	°C
Velocidad del viento	0	KM/hr
Máximo esfuerzo	18%	de T. rotura

Hipótesis II – de máximo esfuerzo

Temperatura	-10	°C
Velocidad del viento	75	km/hr
Máximo esfuerzo	40%	de T. rotura
Espesor de hielo	0	mm

Datos del conductor empleado

Sección (mm ²)	70
Material	AAAC
Diámetro (mm)	10.75
Carga de rotura (kg)	1738
Coefficiente de Dilatación lineal (°C ⁻¹)	23 E-6
Módulo de Elasticidad (kg/mm ²)	5,700
Peso unitario (kg/m)	0.19
Coefficiente de seguridad normal	3
Esfuerzo mínimo de rotura (kg/mm ²)	28.0
Esfuerzo máximo admisible (kg/mm ²)	11.2

5.9.3 Conceptos básicos

- Sobrecarga ejercida por el viento sobre el conductor.

$$W_v = P_v \frac{\phi_c}{1000} \quad (5.35)$$

- Peso unitario resultante

$$W_v = \sqrt{W_v^2 + W_c^2} \quad (5.36)$$

- Tensión de rotura

$$T_r = \sigma_r S \quad (5.37)$$

- Tiro Máximo

$$T_{\max} = \frac{T_r}{cS} \quad (5.38)$$

- Esfuerzo Máximo

$$\sigma_{\max} = \frac{T_{\max}}{S} \quad (5.39)$$

- Flecha

$$f = \frac{W_{r2} a_{r2}}{8} \quad (5.40)$$

- Longitud del conductor en el vano (a) desnivel cero

$$L^1 = 2.C.\operatorname{senh}\left[\frac{a}{2C}\right] \quad (5.41)$$

$$C = \frac{T_{\max}}{W_r} \quad (5.42)$$

- Longitud del conductor real en el vano (a)

$$L = L^1 \sec\left(\arctan g \left[\frac{h}{a}\right]\right) \quad (5.43)$$

- Tensión de cada día

$$TCD = \frac{T_{\max}}{T_r} \cdot 100 \quad (5.44)$$

5.9.4 Ecuación de cambio de estado

$$(\sigma_2)^2 \left(\sigma_2 + \alpha E(T_2 - T_1) + \frac{E}{24} \left(\frac{W_{r1a}}{s\sigma_1} \right)^2 - \sigma_1 \right) = \frac{E}{24} \left(\frac{W_{r2a}}{s} \right)^2 \quad (5.45)$$

Simbología utilizada en el presente acápite:

cs = Coeficiente de seguridad.

fc = Diámetro del conductor en mm.

a = Vano en mt.

E = Módulo de elasticidad en Kg/mm².

Eh = Escala horizontal

Ev = Escala vertical

f_{max} = Flecha máxima en mt.

Pv = Presión del viento en Kg/m².

S = Sección del conductor en mm².

T₁ = Temperatura en hipótesis i °C.

TCD = Tensión de cada día en %

T_{max} = Tensión máxima en Kg.

Tr = Carga de rotura en Kg.

Wc = Peso unitario del conductor en Kg/m.

Wr = Peso unitario resultante en Kg/m.

Wv = Sobrecarga del viento sobre el conductor en Kg/m.

α = Coeficiente de dilatación lineal en 1/°C.

s = Esfuerzo en Kg/mm².

s_{max} = Esfuerzo máximo en Kg/mm²

PLANTILLADO PARA CONDUCTORES DE AAAC

SECCIÓN 70 MM2

C1				C2				C3			
Esfuerzo Unitario	5		DH	Esfuerzo Unitario	4.6		DH	Esfuerzo Unitario	4.2		DH
Y(flecha)	X	Vano	Dismon	Y(flecha)	X	Vano	Dis.hor	Y(flecha)	X	Vano	Dis.hor
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0.04	12.50	25	1.34	0.05	12.50	25	1.34	0.05	12.50	25	1.35
0.17	25.00	50	1.39	0.18	25.00	50	1.39	0.20	25.00	50	1.40
0.38	37.50	75	1.45	0.41	37.50	75	1.46	0.45	37.50	75	1.47
0.68	50.00	100	1.54	0.74	50.00	100	1.55	0.81	50.00	100	1.57
1.06	62.50	125	1.63	1.15	62.50	125	1.66	1.26	62.50	125	1.68
1.53	75.00	150	1.74	1.66	75.00	150	1.77	1.82	75.00	150	1.80
2.08	87.50	175	1.86	2.26	87.50	175	1.89	2.47	87.50	175	1.93
2.71	100.00	200	1.98	2.95	100.00	200	2.02	3.23	100.00	200	2.07
3.44	112.50	225	2.10	3.74	112.50	225	2.15	4.09	112.50	225	2.21
4.24	125.00	250	2.23	4.61	125.00	250	2.29	5.05	125.00	250	2.35
5.13	137.50	275	2.36	5.58	137.50	275	2.42	6.11	137.50	275	2.50
6.11	150.00	300	2.50	6.64	150.00	300	2.56	7.28	150.00	300	2.64
7.17	162.50	325	2.63	7.80	162.50	325	2.70	8.54	162.50	325	2.79
8.32	175.00	350	2.77	9.04	175.00	350	2.85	9.91	175.00	350	2.94
9.55	187.50	375	2.90	10.38	187.50	375	2.99	11.37	187.50	375	3.09
10.87	200.00	400	3.04	11.81	200.00	400	3.13	12.94	200.00	400	3.24
12.27	212.50	425	3.18	13.34	212.50	425	3.28	14.61	212.50	425	3.39
13.76	225.00	450	3.32	14.96	225.00	450	3.42	16.39	225.00	450	3.55
15.33	237.50	475	3.46	16.67	237.50	475	3.57	18.26	237.50	475	3.70
16.99	250.00	500	3.60	18.47	250.00	500	3.72	20.24	250.00	500	3.85
18.73	262.50	525	3.74	20.37	262.50	525	3.86	22.32	262.50	525	4.01
20.56	275.00	550	3.88	22.36	275.00	550	4.01	24.50	275.00	550	4.16
22.48	287.50	575	4.02	24.44	287.50	575	4.16	26.79	287.50	575	4.32
24.48	300.00	600	4.16	26.62	300.00	600	4.31	29.17	300.00	600	4.47
26.57	312.50	625	4.30	28.89	312.50	625	4.46	31.66	312.50	625	4.63
28.74	325.00	650	4.45	31.26	325.00	650	4.60	34.26	325.00	650	4.78
31.00	337.50	675	4.59	33.72	337.50	675	4.75	36.95	337.50	675	4.94
33.35	350.00	700	4.73	36.27	350.00	700	4.90	39.75	350.00	700	5.10
35.78	362.50	725	4.87	38.92	362.50	725	5.05	42.66	362.50	725	5.25
38.30	375.00	750	5.02	41.66	375.00	750	5.20	45.66	375.00	750	5.41
40.91	387.50	775	5.16	44.49	387.50	775	5.35	48.77	387.50	775	5.57
43.60	400.00	800	5.30	47.42	400.00	800	5.50	51.99	400.00	800	5.72
46.38	412.50	825	5.45	50.45	412.50	825	5.65	55.31	412.50	825	5.88
49.24	425.00	850	5.59	53.57	425.00	850	5.80	58.73	425.00	850	6.04
52.20	437.50	875	5.73	56.79	437.50	875	5.95	62.26	437.50	875	6.20
55.24	450.00	900	5.88	60.10	450.00	900	6.10	65.90	450.00	900	6.35
58.37	462.50	925	6.02	63.50	462.50	925	6.25	69.64	462.50	925	6.51
61.58	475.00	950	6.17	67.00	475.00	950	6.40	73.48	475.00	950	6.67
64.88	487.50	975	6.31	70.60	487.50	975	6.55	77.43	487.50	975	6.83
68.27	500.00	1000	6.45	74.29	500.00	1000	6.70	81.49	500.00	1000	6.99
71.75	512.50	1025	6.60	78.08	512.50	1025	6.85	85.65	512.50	1025	7.14
75.32	525.00	1050	6.74	81.97	525.00	1050	7.00	89.92	525.00	1050	7.30
78.98	537.50	1075	6.89	85.95	537.50	1075	7.16	94.30	537.50	1075	7.46
82.72	550.00	1100	7.03	90.03	550.00	1100	7.31	98.78	550.00	1100	7.62
86.55	562.50	1125	7.18	94.21	562.50	1125	7.46	103.37	562.50	1125	7.78
90.47	575.00	1150	7.32	98.48	575.00	1150	7.61	98.48	575.00	1150	7.61
94.48	587.50	1175	7.47	102.86	587.50	1175	7.76	102.86	587.50	1175	7.78
98.58	600.00	1200	7.61	107.33	600.00	1200	7.91	107.33	600.00	1200	7.91
102.77	612.50	1225	7.76	111.89	612.50	1225	8.07	111.89	612.50	1225	8.07
107.05	625.00	1250	7.90	116.56	625.00	1250	8.22	116.56	625.00	1250	8.22

PLANTILLADO PARA CONDUCTORES DE AAAC

SECCIÓN 70 MM2

C1				C2				C3			
Esfuerzo Unitario	5		DH	Esfuerzo Unitario	4.6		DH	Esfuerzo Unitario	4.2		DH
Y(flecha)	X	Vano	Dismon	Y(flecha)	X	Vano	Dis.hor	Y(flecha)	X	Vano	Dis.hor
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
114.42	637.50	1275	8.05	121.32	637.50	1275	8.37	121.32	637.50	1275	8.37
115.87	650.00	1300	8.20	126.19	650.00	1300	8.52	126.19	650.00	1300	8.52
120.42	662.50	1325	8.34	131.15	662.50	1325	8.68	131.15	662.50	1325	8.68
125.06	675.00	1350	8.49	136.21	675.00	1350	8.83	136.21	675.00	1350	8.83
129.79	687.50	1375	8.63	141.37	687.50	1375	8.98	141.37	687.50	1375	8.98
134.61	700.00	1400	8.78	146.63	700.00	1400	9.13	146.63	700.00	1400	9.13
139.52	712.50	1425	8.93	151.99	712.50	1425	9.29	151.99	712.50	1425	9.29
144.52	725.00	1450	9.07	157.46	725.00	1450	9.44	157.46	725.00	1450	9.44

149.61	737.50	1475	9.22	163.02	737.50	1475	9.59	163.02	737.50	1475	9.59
154.80	750.00	1500	9.37	168.68	750.00	1500	9.75	168.68	750.00	1500	9.75
160.08	762.50	1525	9.51	174.45	762.50	1525	9.90	174.45	762.50	1525	9.90
165.45	775.00	1550	9.66	180.31	775.00	1550	10.05	180.31	775.00	1550	10.05
170.91	787.50	1575	9.81	186.28	787.50	1575	10.21	186.28	787.50	1575	10.21
176.46	800.00	1600	9.95	192.35	800.00	1600	10.36	192.35	800.00	1600	10.36
182.11	812.50	1625	10.10	198.53	812.50	1625	10.52	198.53	812.50	1625	10.52
187.85	825.00	1650	10.25	205.00	825.00	1650	10.81	204.00	825.00	1650	10.67
193.68	837.50	1675	10.83	211.18	837.50	1675	10.83	211.18	837.50	1675	10.83
199.61	850.00	1700	10.98	217.67	850.00	1700	10.98	217.67	850.00	1700	10.98
205.63	862.50	1725	11.13	224.25	862.50	1725	11.13	224.25	862.50	1725	11.13
211.75	875.00	1750	11.29	230.95	875.00	1750	11.29	230.95	875.00	1750	11.29
217.96	887.50	1775	11.44	237.74	887.50	1775	11.44	237.74	887.50	1775	11.44
224.27	900.00	1800	11.60	244.64	900.00	1800	11.60	244.64	900.00	1800	11.60
230.67	912.50	1825	11.76	251.65	912.50	1825	11.76	251.65	912.50	1825	11.76
237.16	925.00	1850	11.91	258.77	925.00	1850	11.91	258.77	925.00	1850	11.91
243.75	937.50	1875	12.07	265.98	937.50	1875	12.07	265.98	937.50	1875	12.07
250.44	950.00	1900	12.22	273.31	950.00	1900	12.22	273.31	950.00	1900	12.22
257.23	962.50	1925	12.38	280.74	962.50	1925	12.38	280.74	962.50	1925	12.38
264.11	975.00	1950	12.53	288.29	975.00	1950	12.53	288.29	975.00	1950	12.53
271.08	987.50	1975	12.69	295.93	987.50	1975	12.69	295.93	987.50	1975	12.69
278.16	1000.00	2000	12.85	303.69	1000.00	2000	12.85	303.69	1000.00	2000	12.85
285.33	1012.50	2025	13.00	311.56	1012.50	2025	13.00	311.56	1012.50	2025	13.00
292.60	1025.00	2050	13.16	319.53	1025.00	2050	13.16	319.53	1025.00	2050	13.16
299.97	1037.50	2075	13.32	327.62	1037.50	2075	13.32	327.62	1037.50	2075	13.32
307.44	1050.00	2100	13.48	335.81	1050.00	2100	13.48	335.81	1050.00	2100	13.48
315.01	1062.50	2125	13.63	334.12	1062.50	2125	13.63	344.12	1062.50	2125	13.63
322.67	1075.00	2150	13.79	352.53	1075.00	2150	13.79	352.53	1075.00	2150	13.79
330.44	1087.50	2175	13.95	361.06	1087.50	2175	13.95	361.06	1087.50	2175	13.95
338.30	1100.00	2200	14.11	369.70	1100.00	2200	14.11	369.70	1100.00	2200	14.11
346.27	1112.50	2225	14.26	378.45	1112.50	2225	14.26	378.45	1112.50	2225	14.26
354.34	1125.00	2250	14.42	387.31	1125.00	2250	14.42	387.31	1125.00	2250	14.42
362.51	1137.50	2275	14.58	396.29	1137.50	2275	14.58	396.29	1137.50	2275	14.58
370.78	1150.00	2300	14.74	405.38	1150.00	2300	14.74	405.38	1150.00	2300	14.74
379.15	1162.50	2325	14.90	414.59	1162.50	2325	14.90	414.59	1162.50	2325	14.90
387.62	1175.00	2350	15.06	423.91	1175.00	2350	15.06	423.91	1175.00	2350	15.06
396.20	1187.50	2375	15.22	433.34	1187.50	2375	15.22	433.34	1187.50	2375	15.22
404.88	1200.00	2400	15.38	442.89	1200.00	2400	15.38	442.89	1200.00	2400	15.38
413.66	1212.50	2425	15.54	452.56	1212.50	2425	15.54	452.56	1212.50	2425	15.54
422.55	1225.00	2450	15.70	462.35	1225.00	2450	15.70	462.35	1225.00	2450	15.70
431.54	1237.50	2475	15.86	472.25	1237.50	2475	15.86	472.25	1237.50	2475	15.86

PLANTILLADO PARA CONDUCTORES DE AAC

SECCIÓN 70 MM²

C1				C2				C3			
Esfuerzo Unitario	5		DH	Esfuerzo Unitario	4.6		DH	Esfuerzo Unitario	4.2		DH
Y(flecha)	X	Vano	Dismon	Y(flecha)	X	Vano	Dis.hor	Y(flecha)	X	Vano	Dis.hor
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
440.63	1250.00	2500	16.02	482.27	1250.00	2500	16.02	482.27	1250.00	2500	16.02
449.83	1262.50	2525	16.18	492.41	1262.50	2525	16.18	492.41	1262.50	2525	16.18
459.14	1275.00	2550	16.34	502.66	1275.00	2550	16.34	502.66	1275.00	2550	16.34
468.55	1287.50	2575	16.50	513.04	1287.50	2575	16.50	513.04	1287.50	2575	16.50
478.07	1300.00	2600	16.66	523.54	1300.00	2600	16.66	523.54	1300.00	2600	16.66
487.70	1312.50	2625	16.82	534.15	1312.50	2625	16.82	534.15	1312.50	2625	16.82
497.43	1325.00	2650	16.98	544.89	1325.00	2650	16.98	544.89	1325.00	2650	16.98
507.27	1337.50	2675	17.15	555.75	1337.50	2675	17.15	555.75	1337.50	2675	17.15
517.22	1350.00	2700	17.31	566.73	1350.00	2700	17.31	566.73	1350.00	2700	17.31
527.28	1362.50	2725	17.47	577.84	1362.50	2725	17.47	577.84	1362.50	2725	17.47
537.44	1375.00	2750	17.63	589.07	1375.00	2750	17.63	589.07	1375.00	2750	17.63
547.72	1387.50	2775	17.80	600.42	1387.50	2775	17.80	600.42	1387.50	2775	17.80
558.11	1400.00	2800	17.96	611.90	1400.00	2800	17.96	611.90	1400.00	2800	17.96
568.60	1412.50	2825	18.12	623.51	1412.50	2825	18.12	623.51	1412.50	2825	18.12
579.21	1425.00	2850	18.29	635.24	1425.00	2850	18.29	635.24	1425.00	2850	18.29
589.93	1437.50	2875	18.45	647.09	1437.50	2875	18.45	647.09	1437.50	2875	18.45
600.76	1450.00	2900	18.61	659.08	1450.00	2900	18.61	659.08	1450.00	2900	18.61
611.70	1462.50	2925	18.78	671.19	1462.50	2925	18.78	671.19	1462.50	2925	18.78
622.76	1475.00	2950	18.94	683.43	1475.00	2950	18.94	683.43	1475.00	2950	18.94
633.93	1487.50	2975	19.11	695.80	1487.50	2975	19.11	695.80	1487.50	2975	19.11
645.21	1500.00	3000	19.27	708.30	1500.00	3000	19.27	708.30	1500.00	3000	19.27

s_r = Esfuerzo mínimo de rotura en Kg/mm²

Se ha previsto que los esfuerzos no sobrepasen lo establecido por el Código Nacional de Electricidad, limitando estos según sus respectivos coeficientes de seguridad (c.s):

Hipótesis	% DEL TR
I	18%
II	40%

Tabla 5.12ç

Los resultados de la ecuación de cambio de estado, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se muestran para el tipo de conductor empleado en el proyecto.

$$T_1 = \frac{T}{2} \quad (5.46)$$

5.10 Cálculo de retenidas

Por equilibrio de momentos se tiene:

$$F_{RH} h_R = F_{tot} \times h \quad (5.47)$$

Donde:

F_{RH} : Fuerza horizontal en el retenida (kg)

h_R : Altura del punto de aplicación de la retenida (m)

F_{tot} : Fuerza total aplicada al porte a 30 cm. de la punta (kg)

h : Altura del punto de aplicación de F_{tot} (m)

además :

$$F_R = \frac{F_{RH}}{N_{sen}(\phi)} \quad (5.48)$$

Siendo $\phi = 37^\circ$

F_R : Fuerza del cable de la retenida (kg)

N : numero de retenida.

Con las expresiones formuladas y utilizando la ecuación de cambio de estado para cada estructura en particular se trazo el ploteo de la línea, respetando las distancias mínimas a la superficie del terreno exigidas por el Código Nacional de Electricidad.

La ecuación para el trazo de la flecha en el perfil topográfico dada por la siguiente expresión.

$$Y = C \times \left(\text{Cosh} \left(\frac{X}{2C} - 1 \right) \right) \quad (5.49)$$

Donde:

$$C = \frac{T}{W} \quad (5.50)$$

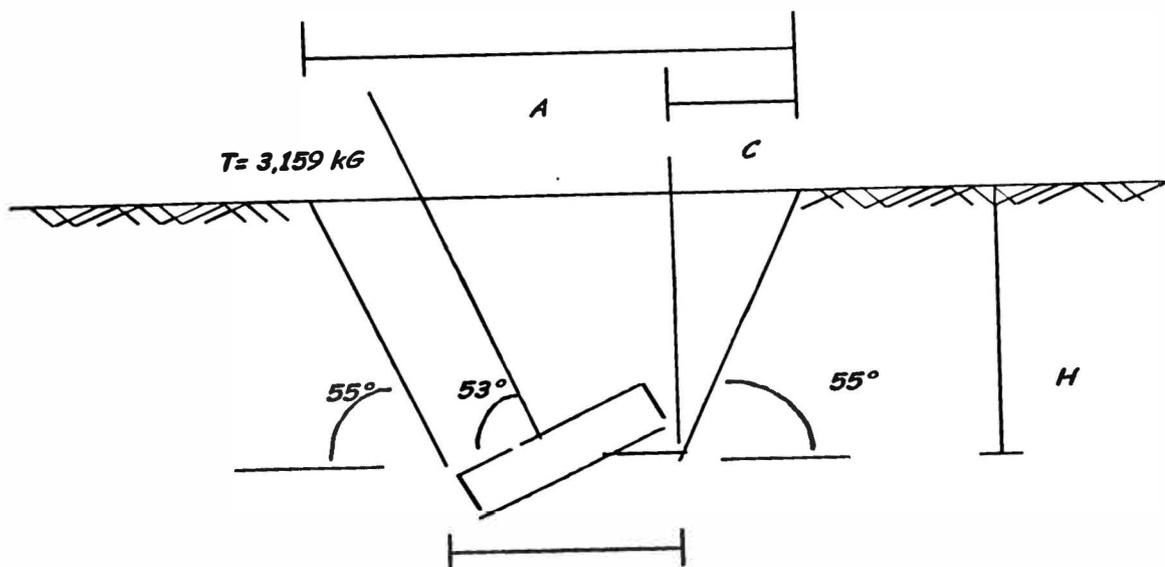


Figura 5.8

C : Parámetro del conductor (m)

De acuerdo a la hipótesis planteada las flechas máximas se producirán a 40°C, temperatura máxima prevista en el conductor.

Los valores de X e Y son calculados para las escalas,

Horizontal 1:2000 y vertical 1:5000

La localización de las estructuras se realizó el software Autocad y con la utilización de las Hojas Excel se determinó el vano equivalente y el parámetro “C” entre estructuras, estos valores fueron utilizados en el perfil fotográfico del terreno, conservando los coeficientes de seguridad eléctricos y mecánicos, así como los márgenes de seguridad correspondiente a los diferentes obstáculos que se presenten a lo largo del recorrido de la misma se localizaron las estructuras.

El Autocad nos permite conservar la distancia mínima de seguridad al terreo, ubicando la curva de flecha máxima en las estructuras.

El Ploteo de las líneas se realiza con el parámetro “C” de la hipótesis de flechas máximas obteniéndose el cuadro de plantillado para conductor de 70 mm², que se muestra en los anexos.

5.10.1 Cálculo del bloque de anclaje

Los datos para el cálculo son:

- Bloque de anclaje 0,50 x 0,50 x 0,20 m.
- Carilla de anclaje de 16 mm \varnothing
- Máximo tiro: 3,159 kg.
- Angulo de la varilla con la vertical: (90- \varnothing)
- Angulo del talud: 55°
- Peso específico del terreno $W_c = 1.5 \text{ kg} / \text{dm}_3$

Volumen del tronco de pirámide

$$V = 1/3 \times H (B + 2C)^2 + B^2 + (B + 2C) \times B) \dots\dots (5.51)$$

Donde:

$$C = 0.7 H$$

Luego:

$$V = 0.65 H^3 + 5.6 H^2 + 16 H \dots\dots(2) (5.52)$$

$$V = 2101.33 \text{ dm}^3 \quad (5.53)$$

Si: $B = 4 \text{ dm}$

$$H = 11.94 \text{ dm} \quad (5.54)$$

La longitud enterrada de la varilla será:

$$L = 11.94 / \text{sen } \theta \quad (5.55)$$

De donde podemos deducir que para obtener la máxima longitud, θ debe de ser mínimo, que según las tablas determinadas para el cálculo de las retenidas $\theta_{\min} = 45.00^\circ$

$$\rightarrow L = 11.94 / \text{sen } 45^\circ \text{ m}$$

$$\rightarrow L = 1.69 \text{ m} \quad (5.56)$$

La longitud real de la varilla será mayor si se toma en cuenta la parte de la varilla que sobresale del terreno, así como la parte en el interior del bloque de concreto y la longitud destinada para la ferretería.

Longitud de la varilla enterrada	1.69 m
Longitud sobresalida del terreno	0.30 m
Longitud para ferretería	0.20 m

TOTAL 2,19 m

5.10.2 Conclusión

La varilla a utilizarse será de las siguientes características:

Longitud de la varillas	2400 mm (8')
Diámetro	16 mm (5/8")

5.10.3 Cálculo de la cimentación

En nuestro caso no necesitamos macizo de concreto debido al terreno compacto que tenemos para adjuntamos el cálculo en caso de requerirla en algún tramo de la línea.

Según el método de VALENCI la condición de equilibrio

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

$$F_e \cdot (H_e + H_t) \leq Q/2 \cdot (a - 4Q/3bs) + R \cdot b \cdot h^3 \quad (5.57)$$

$$Q = P + M \quad (5.58)$$

$$M = t \cdot V \quad (5.59)$$

Donde:

F_e : Fuerza equivalente que trata de derribar al poste

H_e : Altura a la que actúa la fuerza F_e .

H : Profundidad de empotramiento del macizo = 1.2m.

Q : Peso total de la estructura y del macizo.

Φ : Presión máxima admisible del terreno, para tierra vegetal = 2.0 Kg/cm² Tabla 2-VIII CNE.

R : Coeficiente de compresibilidad del terreno, para tierra vegetal = 2000 Kg/m³ Tabla 2-VIII CNE.

P : Peso de la estructura; poste + ferretería + equipo.

M : Peso del macizo.

H_t : Profundidad enterrada del poste.

Volumen del tronco del cono (poste) enterrado (V_p)

$$V_p = 1/12p H_t (db^2 + db \cdot de + de^2) \quad (5.60)$$

Volumen enterrado (V_e):

$$V_e = a \cdot b \cdot h \quad (5.61)$$

Volumen del macizo (V):

$$V = V_e - V_p \quad (5.62)$$

Peso del macizo (M):

$$M = t \cdot V \quad (5.63)$$

$$t = 2,2000 \text{ Kg/m}^3. : \text{ Pero específico – concreto} \quad (5.64)$$

Reemplazando todos los datos en la ecuación de equilibrio, debe cumplirse que:

$$M_a < M_r. \quad (5.65)$$

CAPÍTULO IV METRADO Y PRESUPUESTO

6.1. Metrado y Presupuesto

METRADO Y PRESUPUESTO					
OBRA: Línea Primaria 22.9 KV C.H. Pacarencia - Mina Puca Raju		FECHA : 15.11.2004			
TÍTULO : METRADO Y PRESUPUESTO		HECHO POR : J.L.G.S.			
		HOJA N° 1/4			
ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADOS		COSTOS S/.	
		UNI	CANT	P.UNIT	TOTAL
I	SUMINISTRO DE MATERIALES				
1.0	POSTES Y CRUCETAS				
1.1	Poste de madera tratada eucalipto 14 m clase 5 grupo D	Pza	80	330.00	26400.00
1.2	Poste de madera tratada de 12 m clase 6 grupo D	Pza	75	246.00	18450.00
1.3	Poste de madera tratada de 12 m clase 5 grupo D	Pza	87	285.00	24795.00
1.4	Barbotante tipo biposte de 12/300, de CAC	Pza	1	1960.00	1960.00
1.5	Mensula de madera tratada de 4"x5"x1.00 m	Pza	14	22.00	308.00
1.6	Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2.40 m	Pza	147	38.00	5586.00
1.7	Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2.40 m con accesorios p/cable seco	Cjto	2	150.00	300.00
1.8	Crucetas de madera tratada de 4"x5"x4.0 m	Pza	46	75.00	3450.00
1.9	Extensión de cable de guarda (Tubo de F°G° de 2" Dx1/4"x65cm de Long)	Pza	18	120.00	2160.00
1.10	Extensión de cable de guarda (Tubo de F°G° de 6" Dx1/4"x300cm de Long)	Pza	2	280.00	560.00
1.11	Tubo de F°G° de 6" Dx1/4"x600cm de Long)	Pza	6	160.00	960.00
1.12	Diagonal de madera tratada tornillo 3 1/2"x3 1/2"x2.60 m	Pza	61	40.00	2440.00
	Sub-Total 1.0				87369.00
2.0	AISLADORES Y ACCESORIOS				
2.1	Aislador de porcelana tipo pin clase 56.3	Pza	250	46.00	11500.00
2.2	Aislador de porcelana tipo pin clase 56.4	Pza	160	58.00	9280.00
2.3	Espiga vértice de poste fe go 3/4"D x20" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	Pza	150	16.00	2400.00
2.4	Espiga recta de fe go 3/4"D x14" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	Pza	260	25.00	6500.00
2.5	Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	Pza	293	67.00	19631.00
2.6	Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm² 3 pernos	Pza	293	42.00	12306.00
2.7	Cinta plana de armar	mt	300	0.35	105.00
	Sub-Total 2.0				61722.00
3.0	FERRETERIA DE POSTES Y CRUCETAS				
3.1	Perno maquinado fe go 1/2"x7" con tuerca y contratuerca	Pza	225	3.50	787.50
3.2	Perno maquinado fe go 1/2"x12" con tuerca y contratuerca	Pza	122	5.00	610.00
3.3	Perno maquinado fe go 5/8"x10" con tuerca y contratuerca	Pza	338	6.00	2028.00
3.4	Perno maquinado fe go 5/8"x14" con tuerca y contratuerca	Pza	76	6.50	494.00
3.5	Perno maquinado fe go 5/8"x18" con tuerca y contratuerca	Pza	40	8.00	320.00
3.6	Perno tipo doble armado fe go 5/8"x20" con 4 tuercas arandelas	Pza	55	10.00	550.00
3.7	Perno tipo doble armado fe go 5/8"x18" con 4 tuercas arandelas	Pza	54	9.00	486.00
3.8	Perno tipo doble armado fe go 5/8"x12" con 4 tuercas arandelas	Pza	193	7.50	1447.50
3.9	Perno ojo fe go de 5/8"x6" con tuerca y contratuerca	Pza	20	6.00	120.00
3.10	Perno ojo fe go de 5/8"x10" con tuerca y contratuerca	Pza	151	6.50	981.50
3.11	Perno ojo fe go de 5/8"x12" con tuerca y contratuerca	Pza	8	7.50	60.00
3.12	Brazo angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.75 m	Pza	225	32.00	7200.00
3.13	Espaciador espiga vértice de poste	Pza	6	15.00	90.00
3.14	Asiento para cruceta fe go	Pza	6	14.00	84.00
3.15	Tirafondo fe go 1/2"x4"	Pza	120	2.00	240.00
3.16	Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	Pza	288	8.00	2304.00
3.17	Grillete fe go 5/8"	Pza	50	10.00	500.00
3.18	Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	Pza	362	1.50	543.00
3.19	Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	Pza	575	1.50	862.50
3.20	Arandela plana fe go 2"x2"x1/8"	Pza	143	1.50	214.50
3.21	Arandela curva fe go 2"x2"x1/8"	Pza	124	1.50	186.00
3.22	Perfil angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.20 m	Pza	122	12.00	1464.00
3.23	Abrazadera para sujeción de diagonales	cjto	61	9.00	549.00
	Sub-Total 3.0				22121.50

METRADO Y PRESUPUESTO		FECHA : 15.11.2004			
OBRA: Linea Primaria 22.9 KV C.H. Pacarenca - Mina Puca Raju		HECHO POR : J.L.G.S.			
TITULO : METRADO Y PRESUPUESTO		HOJA N° 2/4			
ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADOS		COSTOS S/.	
		UNI	CANT	P UNIT	TOTAL
4.0	Material de Puesta a Tierra				
4.1	Varilla cooperweld de 5/8" ø x 2.40 m	Pza	116	32.00	3696.00
4.2	Conector de bronce para varilla de 5/8" ø , cable (25 mm²), AB soldado	Pza	116	18.00	2088.00
4.3	Plancha de cobre tipo J	Pza	912	5.00	4560.00
4.4	Conector de cobre tipo perno partido 25 mm²	Pza	456	5.00	2280.00
4.5	Caja de registro de CAV de 0.40x0.40x0.30mt	Pza	40	35.00	1400.00
4.6	Grapa Ao Go cobreado tipo "U" 1 3/8"x1/2"x3/16"	Pza	4500	0.10	450.00
4.7	Sal Industrial	Saco	244	12.00	2923.20
4.8	Carbon vegetal	Kg	12180	1.20	14616.00
4.9	Tierra de cultivo	m3	365	60.00	21924.00
	Sub-Total 4.0				53937.20
5.0	RETENIDAS				
5.1	Arandela cuadrada A°G° 4"x4"x1/4", hucco dc 13/16" ø	Pza	221	4.50	994.50
5.2	Cable de acero galvanizado de 3/8" ø 7 hilos	m	4420	2.50	11050.00
5.3	Varilla de anclaje de A°G° de 5/8"øx 2.40 C/T y CT	Pza	221	28.00	6188.00
5.4	Perno angular 5/8"øx12"	Pza	221	7.50	1657.50
5.5	Amarre preformado A°G° para cable de 3/8" ø	Pza	884	12.00	10608.00
5.6	Bloque de concreto armado de 0.4x0.4x0.20 mt	Pza	221	20.00	4420.00
5.7	Aislador de tracción de porcelana tipo nuez clase 54-2 ANSI	Pza	221	12.00	2652.00
	Sub-Total 5.0				37570.00
6.0	CONDUCTORES Y ACCESORIOS				
6.1	Conductor de aleación de aluminio temple duro de 70 mm² cableado	m	93200	2.50	233000.00
6.2	Conductor de cobre temple blando de 25 mm² para puesta a tierra	m	3650	3.20	11680.00
6.3	Cable de acero galvanizado de guarda de 1/4" de sección	m	9300	2.00	18600.00
6.4	Grapas de suspensión Ao Go para cable de guarda de 1/4" ø	Pza	21	22.00	462.00
6.5	Grapas de anclaje Ao Go tipo pistola 2 pernos	Pza	60	25.00	1500.00
6.6	Manguitos de empalme para conductor de 70 mm²	Pza	25	20.00	500.00
6.7	Varillas de armar simple para conductor de 70 mm²	Pza	302	19.00	5738.00
6.8	Varillas de armar doble para conductor de 70 mm²	Pza	18	21.00	378.00
6.9	Cable seco tipo N2XSY 18/30KV-1x70 mm²	m	180	42.00	7560.00
6.10	Terminal 27 KV para cable seco tipo N2XSY-1x70 mm²	Kit	12	430.00	5160.00
6.11	Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm2	Pza	200	7.80	1560.00
6.12	Grapa de suspensión de Al.Al. Para conductor de 70mm2	Pza	3	28.00	84.00
	Sub-Total 6.0				286222.00
7.0	EQUIPO DE PROTECCION Y MEDICION				
7.1	Seccionador tipo cut-out 27 KV, 100 A 150 KV BIL	Pza	15	350.00	5250.00
7.2	Pararrayos oximetálico de 21 KV con extinción vacio	Pza	6	520.00	3120.00
7.3	Pararrayos oximetálico de 24 KV con extinción vacio	Pza	21	550.00	11550.00
7.4	Recloser de 22.9KV, 25KV, 400Amp	Pza	1	42000.00	42000.00
7.5	Traformix 22.9/0.22 KV, 40/5Amp., 3 Bob 25 KV, Bushing lateral	Pza	1	14000.00	14000.00
7.6	Medidor electrónico 4 hilos 98-480 V, 2.5 (20)A	Pza	1	2800.00	2800.00
7.7	Caja portamedidor tipo L para medidor electrónico	Pza	1	80.00	80.00
7.8	Ladrillo King King	U	300	0.50	150.00
7.9	Cinta señalizadora	m	100	0.20	20.00
7.10	Cinta bandit de 3/4"	m	30	4.00	120.00
7.11	Hebilla de Cinta bandit de 3/4"	U	20	2.00	40.00
	Sub-Total 7.0				79090.00
1	TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				628031.70

METRADO Y PRESUPUESTO

OBRA: Línea Primaria 22.9 KV C.H. Pacarenca - Mina Puca Raju

FECHA : 15.11.2004

HECHO POR : J.L.G.S.

TITULO : METRADO Y PRESUPUESTO

HOJA N° 3/4

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADOS		COSTOS S/.	
		UNI	CANT	P UNIT	TOTAL
II	MONTAJE ELECTROMECHANICO				
1.0	MONTAJE DE ESTRUCTURAS				
1.1	Replanteo topográfico de línea ubicación y señalización	MT	30200	0.22	6644.00
1.2	Armado A1	U	57	63.04	3593.28
1.3	Armado A1 - 1	U	12	84.06	1008.72
1.4	Armado A2	U	3	100.24	300.72
1.5	Armado A5	U	5	84.22	421.10
1.6	Armado A5 - 3SECP	U	1	155.38	155.38
1.7	Armado A5 - 1	U	4	111.30	445.20
1.8	Armado A6	U	6	83.43	500.58
1.9	Armado A6-1	U	15	106.24	1593.60
1.10	Armado A6-1 (3P)	U	2	151.85	303.70
1.11	Armado A6 - 3P	U	1	92.43	92.43
1.12	Armado A7	U	5	133.34	666.70
1.13	Armado A7-1	U	3	155.38	466.14
1.14	Armado A8	U	19	63.74	1211.06
1.15	Armado A8-1	U	5	83.43	417.15
1.16	Armado A8-1 (3P)	U	2	100.24	200.48
1.17	Armado PRH - SEC(3P)	U	1	151.52	151.52
1.18	Armado PA2 - 3	U	1	38.20	38.20
1.19	Armado PSEC - 3G	U	1	225.17	225.17
1.20	Armado SM-P (SAB)	U	1	1291.46	1291.46
	Sub Total 1.00				19726.59
2.0	CONDUCTORES ELECTRICOS				
2.1	Instalación de conductor de Al 70 mm² tendido y flechado	m	30200	1.27	38354.00
2.2	Instalación cable de guarda de 31.50 mm²	m	9300	0.87	8091.00
2.3	Instalación de cable seco tipo N2XSY- 1x70 mm²	m	130	8.48	1102.40
	Sub Total 2.0				47547.40
3.0	MONTAJE DE RETENIDAS				
3.1	Retenida simple	Pza	220	137.22	30188.40
	Sub Total 3.0				30188.40
4.0	PUESTA A TIERRA				
4.1	Instalación de puesta a tierra tipo temporario (Espiral - PT2)	Pza	75	20.00	1500.00
4.2	Instalación de puesta a tierra tipo PT1	Pza	116	149.29	17317.64
	Sub Total 4.0				18817.64
5.0	POSTES				
5.1	Instalación de postes de madera tratada	U	228	188.33	42939.24
5.2	Instalación de barbotante de CAC	Cjt	1	141.84	141.84
5.3	Excavación de hoyos para postes	U	230	100.65	23149.50
	Sub Total 4.0				43081.08
II	TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO				159361.11

METRADO Y PRESUPUESTO		FECHA : 15.11.2004			
OBRA: Linea Primaria 22.9 KV C.H. Pacarenca - Mina Puca Raju		HECHO POR : J.L.G.S.			
TITULO : METRADO Y PRESUPUESTO		HOJA N° 4/4			
ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADOS		COSTOS S/.	
		UNI	CANT	P.UNIT	TOTAL
III	TRANSPORTE (5% del costo de suministro de materiales)				31401.585
RESUMEN L.P. 22.9 KV C.H. PACARENCA-MINA PUCA RAJU					
	I.- SUMINISTRO MATERIALES				628031.70
	II. MONTAJE				159361.11
	III. TRANSPORTE				31401.59
	IV. GASTOS GENERALES Y UTILIDAD				81879.44
	TOTAL				900673.83
	IGV (19%)				171128.03
	TOTAL GENERAL				1071801.86

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Replanteo topografico de linea de ubicación y señalización			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 2 OPERARIO: 4 OFICIAL: 4 PEON: 5 RENDIMIENTO DIARIO: Km/día 10		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
					0.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.001	8.52	0.005	
b.- Operario	h.h	0.003	6.85	0.022	
c.- Oficial	h.h	0.003	6.16	0.020	
c.- Peón	h.h	0.004	5.51	0.022	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					0.07
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0.00	
b.- Camioneta	h.m	0.005	30	0.15	
c.- Otros	Estimado	0.05	0.07	0.003	
					0.15
COSTO DIRECTO					0.22
GASTO POR SUMINISTRO					0.00
TOTAL					0.22

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO ARMADO A1			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A1 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de cruceta de madera tratada de 100x125x2400mm -Instalación de 2 Espiga cruceta de poste con 1 aislador 56-3/56-4 -Instalación de 1 Espiga punta de poste con 1 aislador 56-3/56-4			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 4		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
-Cruceta de madera tratada de 100x125x2400mm	UNID	1	38.00	38.00	
-Aislado de porcelana tipo PIN 56-3/56-4	UNID	3	52.00	156.00	
-Espiga recta de A°G° 19mmDx533long	UNID	2	25.00	50.00	
-Espiga punta poste de A°G° 19mmDx533long	UNID	1	16.00	16.00	
-Perno A°G° de 16mmDx355mmLong	UNID	1	25.00	25.00	
-Arandela cuadrada curva 57x57x5mm,18mmAguj.	UNID	1	1.50	1.50	
-Arandela cuadrada plana 57x57x5mm,18mmAguj.	UNID	1	1.50	1.50	
-Brazo angular de 6x50x750mm	UNID	2	32.00	64.00	
-Perno coche A°G° 13mmDx180mmLong	UNID	2	3.50	7.00	
-Varilla preformada simple	UNID	3	19.00	57.00	
					416.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.40	8.52	3.41	
b.- Operario	h.h	2.00	6.85	13.70	
c.- Oficial	h.h	2.00	6.16	12.32	
c.- Peón	h.h	4.00	5.51	22.04	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					51.47
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180.00	0.00	
b.- Camioneta	h.m	0.3	30.00	9.00	
c.- Otros	Estimado	0.05	51.47	2.57	
					11.57
COSTO DIRECTO					63.04
GASTO POR SUMINISTRO					416.00
TOTAL					479.04

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO ARMADO A1 - 1			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A1 - 1 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de cruceta de madera tratada de 100x125x2400mm -Instalación de cruceta de madera tratada de 100x125x1000mm -Instalación de 3 Espiga cruceta de poste con 1 aislador 56-3/56-4 -Instalación de accesorios para cable de guarda			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/dia 3		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
-Cruceta de madera tratada de 100x125x2400mm	UNID	1	38.00	38.00	
-Cruceta de madera tratada de 100x125x1000mm	UNID	1	22.00	22.00	
-Aislado de porcelana tipo PIN 56-3/56-4	UNID	3	52.00	156.00	
-Espiga recta de A*G° 19mmDx533long	UNID	3	25.00	75.00	
-Perno A*G° de 16mmDx355mmLong	UNID	2	25.00	50.00	
-Arandela cuadrada curva 57x57x5mm, 18mmAguj.	UNID	4	1.50	6.00	
-Arandela cuadrada plana 57x57x5mm, 18mmAguj.	UNID	2	1.50	3.00	
-Tuerca Ojo de 16mmD.	UNID	1	8.00	8.00	
-Brazo angular de 6x50x750mm	UNID	3	32.00	96.00	
-Perno coche A*G° 13mmDx180mmLong	UNID	3	3.50	10.50	
-Perno Ojo de A*G° de 16mmDx255mmLong	UNID	1	6.50	6.50	
-Grapa anclaje de 1/4"P/Cable de guarda C/3Pern.	UNID	2	25.00	50.00	
-Grillete de 16mmD	UNID	2	10.00	20.00	
-Guardacabo para cable de guarda de 1/4"	UNID	2	2.30	4.60	
-Varilla preformada simple	UNID	3	19.00	57.00	
					602.60
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario	h.h	2.67	6.85	18.27	
c.- Oficial	h.h	2.67	6.16	16.43	
c.- Peón	h.h	5.33	5.51	29.39	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					68.62
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.4	30	12	
c.- Otros	Estimado	0.05	68.62	3.43	
					15.43
COSTO DIRECTO					84.06
GASTO POR SUMINISTRO					602.60
TOTAL					686.66

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO ARMADO A1				FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.	
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A2 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 2 crucetas de madera tratada de 100x125x2400mm -Instalación de 4 Espiga cruceta de poste con 1 aislador 56-3/56-4 -Instalación de 2 Espiga punta de poste con 1 aislador 56-3/56-4				UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 3	
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Cruceta de madera tratada de 100x125x2400mm	U	2	38.00	76.00	
Aislado de porcelana tipo PIN 56-3/56-4	U	6	52.00	312.00	
Espiga recta punta poste de A°G° 19mmDx533long	U	2	25.00	50.00	
Espiga recta de cruceta de A°G° 19mmDx355long	U	4	16.00	64.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx12" con tuerca y contratuerca	U	1	5.00	5.00	
Brazo angular de 6x50x750mm	U	4	32.00	128.00	
Perno tipo doble armado fe go 5/8"øx20" con 4 tuercas arandelas	U	2	10.00	20.00	
Perno coche A°G° 13mmDx180mmLong	U	4	3.50	14.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx18" con tuerca y contratuerca	U	3	8.00	24.00	
Arandela plana fe go 2"x2"x1/8"	U	4	1.50	6.00	
Espaciador espiga vértice de poste	U	2	15.00	30.00	
Perno tipo doble armado fe go 5/8"øx20" con 4 tuercas arandelas	U	2	10.00	20.00	
Asiento para cruceta fe go	U	2	14.00	28.00	
Arandela cuadrada plana 57x57x5mm, 18mmAguj.	U	14	1.50	21.00	
Varillas de armar doble para conductor de 70 mm²	U	3	21.00	63.00	
					861.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario	h.h	5.33	6.85	36.53	
c.- Oficial	h.h	2.67	6.16	16.43	
c.- Peón	h.h	5.33	5.51	29.39	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					86.89
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180.00	0.00	
b.- Camioneta	h.m	0.3	30.00	9.00	
c.- Otros	Estimado	0.05	86.89	4.34	
					13.34
COSTO DIRECTO					100.24
GASTO POR SUMINISTRO					861.00
TOTAL					961.24

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A5 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 2 crucetas de madera de 100X125X2400mm -Instalación de 6 Polimericos de suspensión de 36KV -Instalación de 4 brazos angulares de 6x50x750mm -Instalación de 1 aislador Pin con su espiga			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 1 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 4		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2.40 m	U	2	38.00	76.00	
Aislador de porcelana tipo pin clase 56-3/56-4	U	1	58.00	58.00	
Espiga punta poste de fe go 3/4"D x20" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	1	16.00	16.00	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	6	67.00	402.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm ² 3 pern	U	6	42.00	252.00	
Perno ojo fe go de 5/8"øx10" con tuerca y contratuerca	U	1	6.50	6.50	
Brazo angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.75 m	U	4	32.00	128.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx7" con tuerca y contratuerca	U	2	3.50	7.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx12" con tuerca y contratuerca	U	1	5.00	5.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx10" con tuerca y contratuerca	U	2	6.00	12.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx18" con tuerca y contratuerca	U	1	8.00	8.00	
Perno tipo doble armado fe go 5/8"øx20" con 4 tuercas arandelas	U	2	10.00	20.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	5	8.00	40.00	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	6	1.50	9.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	2	1.50	3.00	
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm ²	U	4	7.80	31.20	
Cinta plana de armar	mt	12	0.35	4.20	
Tirafondo fe go 1/2"x4"	U	2	2.00	4.00	
					1081.90
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.40	8.52	3.41	
b.- Operario	h.h	4.00	6.85	27.40	
c.- Oficial	h.h	2.00	6.16	12.32	
c.- Peón	h.h	2.00	5.51	11.02	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					54.15
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.1	30	3	
c.- Otros	Estimado	0.5	54.15	27.07	
					30.07
COSTO DIRECTO					84.22
GASTO POR SUMINISTRO					1081.90
TOTAL					1166.12

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A5 - 3P que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 4 crucetas de madera de 100X125X2400mm -Instalación de 3 Seccionadores tipo cut-out -Instalación de 6 Polimericos de suspensión de 36KV -Instalación de 8 brazos angulares de 6x50x750mm -Instalación de 3 Pararrayos			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 3 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 3		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm ²	U	6	7.80	46.80	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	6	67.00	402.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm ² 3 pernos	U	6	42.00	252.00	
Cinta plana de armar	mt	6	0.35	2.10	
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2.40 m	U	4	38.00	152.00	
Seccionador tipo cut-out 27 KV, 100 A 150 KV BIL	U	3	350.00	1050.00	
Pararrayos oximetálico de 24 KV con extinción vacío	U	3	550.00	1650.00	
Perno tipo doble armado fe go 5/8"Øx20" con 4 tuercas arandelas	U	2	10.00	20.00	
Perno maquinado fe go 5/8"Øx18" con tuerca y contratuerca	U	2	8.00	16.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	5	8.00	40.00	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	12	1.50	18.00	
Perno ojo fe go de 5/8"Øx10" con tuerca y contratuerca	U	1	6.50	6.50	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	2	1.50	3.00	
Brazo angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.75 m	U	8	32.00	256.00	
Perno maquinado fe go 1/2"Øx7" con tuerca y contratuerca	U	8	3.50	28.00	
Tirafondo fe go 1/2"x4"	U	4	2.00	8.00	
					3950.40
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario	h.h	5.33	6.85	36.53	
c.- Oficial	h.h	2.67	6.16	16.43	
c.- Peón	h.h	8.00	5.51	44.08	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					
					101.58
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.1	30	3	
c.- Otros	Estimad	0.5	101.58	50.79	
					53.79
COSTO DIRECTO					155.38
GASTO POR SUMINISTRO					3950.40
TOTAL					4105.78

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A5 - 1 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 2 crucetas de madera de 100X125X2400mm -Instalación de 6 Polimericos de suspensión de 36KV -Instalación de 4 brazos angulares de 6x50x750mm -Instalación de accesorios de cable de guarda			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 1 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 3		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2.40 m	U	2	38.00	76.00	
Perno tipo doble armado fe go 5/8"øx20" con 4 tuercas arandelas	U	2	10.00	20.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx18" con tuerca y contratuerca	U	1	8.00	8.00	
Perno ojo fe go de 5/8"øx12" con tuerca y contratuerca	U	1	6.50	6.50	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	6	8.00	48.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm ² 3 pernos	U	6	42.00	252.00	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	6	67.00	402.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	5	1.50	7.50	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	6	1.50	9.00	
Cinta plana de armar	mt	12	0.35	4.20	
Brazo angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.75 m	U	4	32.00	128.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx7" con tuerca y contratuerca	U	2	3.50	7.00	
Tirafondo fe go 1/2"x4"	U	2	2.00	4.00	
Espiga punta poste de fe go 3/4"D x20" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	1	16.00	16.00	
Aislador de porcelana tipo pin clase 56-4	U	1	58.00	58.00	
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm ²	U	3	7.80	23.40	
Grapas de suspensión Ao Go para cable de guarda de 1/4" ø	U	2	22.00	44.00	
					1113.60
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario	h.h	5.33	6.85	36.53	
c.- Oficial	h.h	2.67	6.16	16.43	
c.- Peón	h.h	2.67	5.51	14.69	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					72.20
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.1	30	3	
c.- Otros	Estimado	0.5	72.20	36.10	
					39.10
COSTO DIRECTO					111.30
GASTO POR SUMINISTRO					1113.60
TOTAL					1224.90

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A6 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de Espiga y aisladores 56-4/56-3(3) -Instalación de 1 cruceta de madera tratada de 100x125x4000mm			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 4		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNIT.	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Aislador de porcelana tipo pin clase 56-4/56-3	U	3	58.00	174.00	
Espiga recta de fe go 3/4"D x14" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	3	25.00	75.00	
Cruceta de madera tratada de 4"x5"x4.0 m	U	1	75.00	75.00	
Varillas de armar simple para conductor de 70 mm²	U	3	19.00	57.00	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	6	1.50	9.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	6	1.50	9.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx14" con tuerca y contratuerca	U	2	6.50	13.00	
Diagonal de madera tratada tornillo 3 1/2"x3 1/2"x2.60 m	U	2	40.00	80.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx7" con tuerca y contratuerca	U	4	3.50	14.00	
Perfil angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.20 m	U	4	12.00	48.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx12" con tuerca y contratuerca	U	4	5.00	20.00	
Abrazadera para sujeción de diagonales	cjto	1	9.00	9.00	
					583.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.40	8.52	3.41	
b.- Operario	h.h	4.00	6.85	27.40	
c.- Oficial	h.h	2.00	6.16	12.32	
c.- Peón	h.h	4.00	5.51	22.04	
(Incluido leyes sociales, beneficios y otras asignaciones)					65.17
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.5	30	15	
c.- Otros	Estimado	0.05	65.17	3.26	
					18.26
COSTO DIRECTO					83.43
GASTO POR SUMINISTRO					583.00
TOTAL					666.43

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A6 - 1 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de Espiga y aisladores 56-4(3) -Instalación de Cable de guarda y accesorios -Instalación de 1 cruceta de madera tratada de 100x125x4000mm -Instalación de 1 cruceta de madera tratada de 100x125x2400mm			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 3		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNIT.	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Aislador de porcelana tipo pin clase 56-4	U	3	58.00	174.00	
Espiga recta de fe go 3/4"D x14" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	3	25.00	75.00	
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2.40 m	U	1	38.00	38.00	
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x4.0 m	U	1	75.00	75.00	
Extensión de cable de guarda (Tubo de F°G° de 2" Dx1/4"x65cm de Long)	U	1	120.00	120.00	
Varillas de armar simple para conductor de 70 mm²	U	3	19.00	57.00	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	8	1.50	12.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	10	1.50	15.00	
Perno ojo fe go de 5/8"øx6" con tuerca y contratuerca	U	1	6.00	6.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	1	8.00	8.00	
Grapas de suspensión Ao Go para cable de guarda de 1/4" ø	U	2	22.00	44.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx14" con tuerca y contratuerca	U	4	6.50	26.00	
Diagonal de madera tratada tornillo 3 1/2"x3 1/2"x2.60 m	U	2	40.00	80.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx7" con tuerca y contratuerca	U	4	3.50	14.00	
Perfil angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.20 m	U	4	12.00	48.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx12" con tuerca y contratuerca	U	4	5.00	20.00	
Abrazadera para sujeción de diagonales	cjto	1	9.00	9.00	
Grapa tipo crosby para cable de 1/4" soldado enel extesor de C.G.	U	1	7.50	7.50	
					828.50
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario	h.h	5.33	6.85	36.53	
c.- Oficial	h.h	2.67	6.16	16.43	
c.- Peón	h.h	5.33	5.51	29.39	
(Incluido leyes sociales, beneficios y otras asignaciones)					
					86.89
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.5	30	15	
c.- Otros	Estimado	0.05	86.89	4.34	
					19.34
COSTO DIRECTO					106.24
GASTO POR SUMINISTRO					828.50
TOTAL					934.74

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO	FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A6 - 1(3P) que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 3 pararrayos -Instalación de Espiga y aisladores 56-4(3) -Instalación de Cable de guarda y accesorios -Instalación de 1 cruceta de madera tratada de 100x125x4000mm -Instalación de 1 cruceta de madera tratada de 100x125x2400mm	UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ 1 OPERARIO 2 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 2

DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm2	U	3	7.80	23.40	
Pararrayos oximetálico de 24 KV con extinción vacío	U	3	550.00	1650.00	
Aislador de porcelana tipo pin clase 56-4	U	3	58.00	174.00	
Espiga recta de fe go 3/4"D x14" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	3	25.00	75.00	
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2.40 m	U	1	38.00	38.00	
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x4.0 m	U	1	75.00	75.00	
Extensión de cable de guarda (Tubo de F°G° de 2" Dx1/4"x65cm de Long)	U	1	120.00	120.00	
Varillas de armar simple para conductor de 70 mm²	U	3	19.00	57.00	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	8	1.50	12.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	10	1.50	15.00	
Perno ojo fe go de 5/8"øx6" con tuerca y contratuerca	U	1	6.00	6.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	1	8.00	8.00	
Grapas de suspensión Ao Go para cable de guarda de 1/4" ø	U	2	22.00	44.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx14" con tuerca y contratuerca	U	4	6.50	26.00	
Diagonal de madera tratada tornillo 3 1/2"x3 1/2"x2.60 m	U	2	40.00	80.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx7" con tuerca y contratuerca	U	4	3.50	14.00	
Perfil angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.20 m	U	4	12.00	48.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx12" con tuerca y contratuerca	U	4	5.00	20.00	
Abrazadera para sujeción de diagonales	cjto	1	9.00	9.00	
Grapa tipo crosby para cable de 1/4" soldado en el extesor de C.G.	U	1	7.50	7.50	
					2501.90
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.80	8.52	6.82	
b.- Operario	h.h	8.00	6.85	54.80	
c.- Oficial	h.h	4.00	6.16	24.64	
c.- Peón	h.h	8.00	5.51	44.08	
(Incluido leyes sociales, beneficios y otras asignaciones)					
					130.34
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.5	30	15	
c.- Otros	Estimado	0.05	130.34	6.52	
					21.52
COSTO DIRECTO					151.85
GASTO POR SUMINISTRO					2501.90
TOTAL					2653.75

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A6 - 3P que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de Espiga y aisladores 56-4/56-3(3) -Instalación de 1 cruceta de madera tratada de 100x125x4000mm -Instalación de 3 Pararrayos			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 4		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNIT.	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Aislador de porcelana tipo pin clase 56-4/56-3	U	3	58.00	174.00	
Espiga recta de fe go 3/4"D x14" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	3	25.00	75.00	
Cruceta de madera tratada de 4"x5"x4.0 m	U	1	75.00	75.00	
Varillas de armar simple para conductor de 70 mm ²	U	3	19.00	57.00	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	6	1.50	9.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	6	1.50	9.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx14" con tuerca y contratuerca	U	2	6.50	13.00	
Diagonal de madera tratada tomillo 3 1/2"x3 1/2"x2.60 m	U	2	40.00	80.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx7" con tuerca y contratuerca	U	4	3.50	14.00	
Perfil angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.20 m	U	4	12.00	48.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx12" con tuerca y contratuerca	U	4	5.00	20.00	
Abrazadera para sujeción de diagonales	cjto	1	9.00	9.00	
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm ²	U	3	7.80	23.40	
Pararrayos oximetálico de 24 KV con extinción vacío	U	3	550.00	1650.00	
					583.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.40	8.52	3.41	
b.- Operario	h.h	4.00	6.85	27.40	
c.- Oficial	h.h	2.00	6.16	12.32	
c.- Peón	h.h	4.00	5.51	22.04	
(Incluido leyes sociales, beneficios y otras asignaciones)					
					65.17
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.8	30	24	
c.- Otros	Estimado	0.05	65.17	3.26	
					27.26
COSTO DIRECTO					92.43
GASTO POR SUMINISTRO					583.00
TOTAL					675.43

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A7 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 2 crucetas de madera de 100X125X4000mm -Instalación de 6 Poliméricos de suspensión de 36KV -Instalación de 2 brazos diagonales			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 3		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x4000 m	U	2	75.00	150.00	
Diagonal de madera tratada tornillo 3 1/2"x3 1/2"x2.60 m	U	2	40.00	80.00	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	6	67.00	402.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm² 3 pernos	U	6	42.00	252.00	
Perfil angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.20 m	U	4	12.00	48.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx7" con tuerca y contratuerca	U	4	3.50	14.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx12" con tuerca y contratuerca	U	4	5.00	20.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx18" con tuerca y contratuerca	U	2	8.00	16.00	
Perno tipo doble armado fe go 5/8"øx20" con 4 tuercas arandelas	U	3	10.00	30.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	6	8.00	48.00	
Abrazadera para sujeción de diagonales	cjto	1	9.00	9.00	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	16	1.50	24.00	
Arandela plana fe go 2"x2"x1/8"	U	12	1.50	18.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	4	1.50	6.00	
Cinta plana de armar	mt	12	0.35	4.20	
					1121.20
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario	h.h	5.33	6.85	36.53	
c.- Oficial	h.h	2.67	6.16	16.43	
c.- Peón	h.h	5.33	5.51	29.39	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					
					86.89
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.1	30	3	
c.- Otros	Estimado	0.5	86.89	43.45	
					46.45
COSTO DIRECTO					133.34
GASTO POR SUMINISTRO					1121.20
TOTAL					1254.54

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION			METRADO		COSTOS		
			UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO					FECHA: 15/11/2004		
					ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION:					UNIDAD:		
Montaje de armado tipo A7 - 1 que comprende:					PERSONAL BASE:		
-Traslado de materiales al sitio de instalación					CAPATAZ : 1		
-Instalación de 2 crucetas de madera de 100X125X4000mm					OPERARIO: 2		
-Instalación de 2 crucetas de madera de 100X125X2400mm					OFICIAL: 1		
-Instalación de 6 Polimericos de suspensión de 36KV					PEON: 3		
-Instalación de 2 brazos diagonales					RENDIMIENTO DIARIO:		
-Instalación de accesorios de cable de guarda					Armado/día 3		
MATERIALES							
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x4000 mm			U	2	75.00	150.00	
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2400 mm			U	2	38.00	76.00	
Diagonal de madera tratada tornillo 3 1/2"x3 1/2"x2.60 m			U	2	40.00	80.00	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes			U	6	67.00	402.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm² 3 pernos			U	6	42.00	252.00	
Perfil angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.20 m			U	4	12.00	48.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx7" con tuerca y contratuerca			U	4	3.50	14.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx12" con tuerca y contratuerca			U	4	5.00	20.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx18" con tuerca y contratuerca			U	4	8.00	32.00	
Perno tipo doble armado fe go 5/8"øx20" con 4 tuercas arandelas			U	4	10.00	40.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"			U	8	8.00	64.00	
Abrazadera para sujeción de diagonales			cjto	1	9.00	9.00	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"			U	12	1.50	18.00	
Arandela plana fe go 2"x2"x1/8"			U	4	1.50	6.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"			U	16	1.50	24.00	
Cinta plana de armar			mt	12	0.35	4.20	
Grillete fe go 5/8"			U	2	10.00	20.00	
Grapas de anclaje Ao Go tipo pistola 2 pernos			U	2	25.00	50.00	
							1309.20
MANO DE OBRA							
a.- Capataz			h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario			h.h	5.33	6.85	36.53	
c.- Oficial			h.h	2.67	6.16	16.43	
c.- Peón			h.h	8.00	5.51	44.08	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)							
							101.58
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS							
a.- Camión grúa			h.m	0	180	0	
b.- Camioneta			h.m	0.1	30	3	
c.- Otros			Estimado	0.5	101.58	50.79	
							53.79
COSTO DIRECTO							155.38
GASTO POR SUMINISTRO							1309.20
TOTAL							1464.58

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A8 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 6 aisladores polimericos de suspensión de 36KV -Instalación de Espigas y aisladores 56-4/56-3(3)			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 5		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm ²	U	6	7.80	46.80	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	6	67.00	402.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm ² 3 pernos	U	6	42.00	252.00	
Cinta plana de armar	mt	12	0.35	4.20	
Aislador de porcelana tipo pin clase 56-4 / 56-3	U	3	58.00	174.00	
Espiga vértice de poste fe go 3/4"D x20" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	3	16.00	48.00	
Perno ojo fe go de 5/8"øx12" con tuerca y contratuerca	U	3	7.50	22.50	
Perno maquinado fe go 5/8"øx10" con tuerca y contratuerca	U	6	6.00	36.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	3	8.00	24.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	6	1.50	9.00	
					1018.50
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.32	8.52	2.73	
b.- Operario	h.h	3.20	6.85	21.92	
c.- Oficial	h.h	1.60	6.16	9.86	
c.- Peón	h.h	3.20	5.51	17.63	
(Incluido leyes sociales, beneficios y otras asignaciones)					52.13
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.3	30	9	
c.- Otros	Estimado	0.05	52.13	2.61	
					11.61
COSTO DIRECTO					63.74
GASTO POR SUMINISTRO					1018.50
TOTAL					1082.24

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A8 - 1 que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 6 aisladores polimericos de suspensión de 36KV -Instalación de Espigas y aisladores 56-4(3) -Instalación de Cable de guarda			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 4		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm ²	U	6	7.80	46.80	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	6	67.00	402.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm ² 3 pernos	U	6	42.00	252.00	
Cinta plana de armar	mt	12	0.35	4.20	
Aislador de porcelana tipo pin clase 56-4	U	3	58.00	174.00	
Espiga vértice de poste fe go 3/4"D x20" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	2	16.00	32.00	
Espiga recta de fe go 3/4"D x14" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	1	25.00	25.00	
Grapas de anclaje Ao Go para cable de guarda de 1/4" ø	U	2	25.00	50.00	
Perno ojo fe go de 5/8"øx10" con tuerca y contratuerca	U	1	6.50	6.50	
Perno ojo fe go de 5/8"øx12" con tuerca y contratuerca	U	3	7.50	22.50	
Perno maquinado fe go 5/8"øx10" con tuerca y contratuerca	U	4	6.00	24.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	4	8.00	32.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	8	1.50	12.00	
					1083.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.40	8.52	3.41	
b.- Operario	h.h	4.00	6.85	27.40	
c.- Oficial	h.h	2.00	6.16	12.32	
c.- Peón	h.h	4.00	5.51	22.04	
(Incluido leyes sociales, beneficios y otras asignaciones)					65.17
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.5	30	15	
c.- Otros	Estimado	0.05	65.17	3.26	
					18.26
COSTO DIRECTO					83.43
GASTO POR SUMINISTRO					1083.00
TOTAL					1166.43

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo A8 - 1(3P) que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 6 aisladores polimericos de suspensión de 36KV -Instalación de 3 pararrayos -Instalación de Espiga y aisladores 56-4(3) -Instalación de Cable de guarda			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 3		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm ²	U	6	7.80	46.80	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	6	67.00	402.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm ² 3 pernos	U	6	42.00	252.00	
Cinta plana de armar	mt	12	0.35	4.20	
Pararrayos oximetálico de 24 KV con extinción vacio	U	3	550.00	1650.00	
Tirafondo fe go 1/2"x4"	U	6	2.00	12.00	
Aislador de porcelana tipo pin clase 56-4	U	3	58.00	174.00	
Espiga vértice de poste fe go 3/4"D x20" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	2	16.00	32.00	
Espiga recta de fe go 3/4"D x14" cabeza de pb 1 3/8"x2"f	U	1	25.00	25.00	
Grapas de anclaje Ao Go para cable de guarda de 1/4" ø	U	2	25.00	50.00	
Perno ojo fe go de 5/8"øx10" con tuerca y contratuerca	U	1	6.50	6.50	
Perno ojo fe go de 5/8"øx12" con tuerca y contratuerca	U	3	7.50	22.50	
Perno maquinado fe go 5/8"øx10" con tuerca y contratuerca	U	4	6.00	24.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	4	8.00	32.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	8	1.50	12.00	
					2745.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario	h.h	5.33	6.85	36.53	
c.- Oficial	h.h	2.67	6.16	16.43	
c.- Peón	h.h	5.33	5.51	29.39	
(Incluido leyes sociales, beneficios y otras asignaciones)					
					86.89
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.3	30	9	
c.- Otros	Estimado	0.05	86.89	4.34	
					13.34
COSTO DIRECTO					100.24
GASTO POR SUMINISTRO					2745.00
TOTAL					2845.24

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo PRH-SEC(3P) que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 4 crucetas de madera tratada de 100x125x4000mm -Instalación de 2 crucetas de madera tratada de 100x125x2400mm -Instalación de 6 aisladores de suspensión tipo polimerico de 36KV -Instalación de 3 pararrayos -Instalación de 3 Seccionadores tipo cut-out			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 1 PEON: 4 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 3		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIC	PARCIAL	SUB-TOTAL
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm ²	U	6	7.80	46.80	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	6	67.00	402.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm ² 3 pernos	U	6	42.00	252.00	
Cinta plana de armar	mt	6	0.35	2.10	
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2.40 m	U	2	38.00	76.00	
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x4.0 m	U	4	75.00	300.00	
Seccionador tipo cut-out 27 KV, 100 A 150 KV BIL	U	3	350.00	1050.00	
Pararrayos oximetálico de 24 KV con extinción vacío	U	3	550.00	1650.00	
Perno tipo doble armado fe go 5/8"øx20" con 4 tuercas arandelas	U	3	10.00	30.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx18" con tuerca y contratuerca	U	6	8.00	48.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	6	8.00	48.00	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	24	1.50	36.00	
					3940.90
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario	h.h	2.67	6.85	18.27	
c.- Oficial	h.h	2.67	6.16	16.43	
c.- Peón	h.h	10.67	5.51	58.77	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					98.01
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.15	30	4.5	
c.- Otros	Estimado	0.5	98.01	49.01	
					53.51
COSTO DIRECTO					151.52
GASTO POR SUMINISTRO					3940.90
TOTAL					4092.42

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo PA2 - 3 que comprende: -Traslado de materiales al punto de instalación -Instalación de 3 Aisladores Polimericos de 36KV -Instalación de 3 grampas de suspensión -Instalación de 1 grampa de suspensión de cable de guarda			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 1 PEON: 1 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 6		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	3	67.00	201.00	
Grapa de suspensión de Al.Al. Para conductor de 70mm ²	U	3	28.00	84.00	
Grapas de suspensión Ao Go para cable de guarda de 1/4" ø	U	1	22.00	22.00	
Perno ojo fe go de 5/8" ø x 10" con tuerca y contratuerca	U	4	6.50	26.00	
Arandela curva fe go 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16"	U	8	1.50	12.00	
					345.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	8.52	4.54	
b.- Operario	h.h	1.33	6.85	9.13	
c.- Oficial	h.h	1.33	6.16	8.21	
c.- Peón	h.h	1.33	5.51	7.35	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					29.24
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.25	30	7.5	
c.- Otros	Estimado	0.05	29.24	1.46	
					8.96
COSTO DIRECTO					38.20
GASTO POR SUMINISTRO					345.00
TOTAL					383.20

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de armado tipo PSEC - 3G que comprende: -Traslado de materiales al sitio de instalación -Instalación de 4 crucetas madera de 100x125x2400mm -Instalación de 3 Polimericos de suspensión de 36KV -Instalación de fin cable de guarda -Instalación de seccionadores con pararrayos -Instalación de cable seco y terminales			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 1 PEON: 2 RENDIMIENTO DIARIO: Armado/día 1		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm ²	U	3	7.80	23.40	
Aislador polimérico para suspensión 36 KV con herrajes	U	3	67.00	201.00	
Grapa de anclaje tipo pistola de Al Al para cond de 70 mm ² 3 pernos	U	3	42.00	126.00	
Cinta paña de armar	mt	12	0.35	4.20	
Crucetas de madera tratada de 4"x5"x2.40 m	U	4	38.00	152.00	
Perno tipo doble armado fe go 5/8"øx20" con 4 tuercas arandelas	U	2	10.00	20.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx20" con tuerca y contratuerca	U	1	10.00	10.00	
Perno maquinado fe go 5/8"øx18" con tuerca y contratuerca	U	1	8.00	8.00	
Perno ojo fe go de 5/8"øx10" con tuerca y contratuerca	U	1	6.50	6.50	
Perno ojo fe go de 5/8"øx12" con tuerca y contratuerca	U	1	7.50	7.50	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	2	8.00	16.00	
Grapas de anclaje Ao Go para cable de guarda de 1/4" ø	U	1	25.00	25.00	
Abrazadera de cable seco	U	3	5.00	15.00	
Arandela curva fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	5	1.50	7.50	
Arandela plana fe go 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	U	12	1.50	18.00	
Brazo angular doblado 2 1/2"x2 1/2"x1/4"x0.75 m	U	8	32.00	256.00	
Perno maquinado fe go 1/2"øx7" con tuerca y contratuerca	U	8	3.50	28.00	
Tirafondo fe go 1/2"x4"	U	4	2.00	8.00	
Seccionador tipo cut-out 27 KV, 100 A 150 KV BIL	U	3	350.00	1050.00	
Pararrayos oximetálico de 21 KV con extinción vacío	U	3	520.00	1560.00	
Cable seco tipo N2XSY 18/30KV-1x70 mm ²	m	50	42.00	2100.00	
Terminal 27 KV para cable seco tipo N2XSY-1x70 mm ²	Kit	6	430.00	2580.00	
Tubo de F°G° de 1/4"x3"x6mt	U	2	160.00	320.00	
Cinta bandit de 3/4"	m	5	4.00	20.00	
Hebilla de Cinta bandit de 3/4"	U	3	2.00	6.00	
Fusible tipo chicote de 30 Amp.	U	3	15.00	45.00	
					8613.10
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	1.60	8.52	13.63	
b.- Operario	h.h	8.00	6.85	54.80	
c.- Oficial	h.h	8.00	6.16	49.28	
c.- Peón	h.h	16.00	5.51	88.16	
(Incluido leyes sociales, beneficios y otras asignaciones)					
					205.87
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.3	30	9	
c.- Otros	Estimado	0.05	205.87	10.29	
					19.29
COSTO DIRECTO					225.17
GASTO POR SUMINISTRO					8613.10
TOTAL					8838.27

ANALISIS DE COSTO UNITARIO			FECHA: 15/11/2004		
PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			ELABORO: J.L.G.S.		
SISTEMA DE MEDICION Y MEDICION - SEM-P					
ESPECIFICACION:			UNIDAD:		
Montaje de subestación Potrección y Medición tipo intemperie que comprende:			PERSONAL BASE:		
-Barbotante completa tipo biposte de CAC de 12/300			CAPATAZ : 1		
-Suministro, Montaje y conexionado de Recloser			OPERARIO: 2		
-Suministro, Montaje y conexionado de Trafomix			OFICIAL: 2		
-Suministro y conexionado de medidor electronico			PEON: 6		
-Suministro y Montaje de Seccionadores			RENDIMIENTO DIARIO:		
-Suministro y Montaje de pararrayos 21KV			Armado/dia 0.4		
-Traslado de materiales al sitio de instalación					
-Suministro y Montaje de extensores y accesorios de cable de guarda					
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Blsa	8	18.50	148.00	
Hormigon y piedras	m3	4	40.00	160.00	
Barbotante completa tipo biposte de CAC 12/300	Cjt	1	2000.00	2000.00	
Aislador polimerico de suspensión de 36KV	U	3	67.00	201.00	
Tuerca ojo fe g° para perno de 5/8"	U	2	8.00	16.00	
Grapas de suspensión Ao Go para cable de guarda de 1/4" ø	U	2	22.00	44.00	
Conectores de Aluminio con dos pernos para 70mm2	U	3	7.80	23.40	
Grapa de suspensión de Al.Al. Para conductor de 70mm2	U	3	28.00	84.00	
Seccionadores de 27KV, 150KV BIL	U	3	350.00	1050.00	
Pararrayos de 21KV, 10KA	U	4	520.00	2080.00	
Aislado de porcelana tipo PIN 56-3	U	6	52.00	312.00	
Espiga recta de A°G° 19mmDx533long	U	6	25.00	150.00	
Extensión de C.G.(Tubo de F°G° de 6" Dx1/4"x300cm de Long)	U	3	280.00	840.00	
Perno Ojo de A°G° 16Dx255mm de Long C/tuerca y contratuerca	U	3	6.50	19.50	
Perno Ojo de A°G° 16Dx508mm de Long C/tuerca y contratuerca	U	2	10.00	20.00	
Arandela cuadrada curva 57x57x5mm, 18mmAguj.	U	5	1.50	7.50	
Arandela cuadrada plana 57x57x5mm, 18mmAguj.	U	2	1.50	3.00	
Murete para el sistema de medición	Cjt	1	300.00	300.00	
Cable NLT 3x14 AWG para el sistema de medición	mt	20	2.60	52.00	
Recloser de 22.9KV, 25KV, 400Amp	U	1	42000.00	42000.00	
Trafomix 22.9/0.22 KV, 40/5Amp., 3 Bob 25 KV, Bushing lateral	U	1	14000.00	14000.00	
Medidor electrónico 4 hilos 98-480 V, 2.5 (20)A	U	1	2800.00	2800.00	
Caja portamedidor tipo L para medidor electrónico	U	1	80.00	80.00	
					66390.40
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	4.00	8.52	34.08	
b.- Operario	h.h	40.00	6.85	274.00	
c.- Oficial	h.h	40.00	6.16	246.40	
c.- Peón	h.h	120.00	5.51	661.20	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					1215.68
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.5	30	15	
c.- Otros	Estimado	0.05	1215.68	60.78	
					75.78
COSTO DIRECTO					1291.46
GASTO POR SUMINISTRO					66390.40
TOTAL					67681.86

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Tendido de conductor de aluminio de 70 mm ² , incluye templado flechado, empalme y amarre a los aisladores			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 2 OPERARIO: 6 OFICIAL: 6 PEON: 20 RENDIMIENTO DIARIO: Km/día 2		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
Cable de Aleación de Aluminio de 70mm ²	mt	1	2.50	2.50	
					2.50
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.003	8.52	0.027	
b.- Operario	h.h	0.024	6.85	0.164	
c.- Oficial	h.h	0.024	6.16	0.148	
c.- Peón	h.h	0.080	5.51	0.441	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					0.78
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0.00	
b.- Camioneta	h.m	0.015	30	0.45	
c.- Otros	Estimado	0.05	0.78	0.04	
					0.49
COSTO DIRECTO					1.27
GASTO POR SUMINISTRO					2.50
TOTAL					3.77

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Tendido del conductor de cable de guarda, incluye templado flechado y empalme			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 2 OPERARIO: 6 OFICIAL: 6 PEON: 12 RENDIMIENTO DIARIO: Km/día 2		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
Cable de acero galvanizado de guarda de 1/4" de sección	mt	1	2.00	2.00	
					2.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.003	8.52	0.027	
b.- Operario	h.h	0.024	6.85	0.164	
c.- Oficial	h.h	0.024	6.16	0.148	
c.- Peón	h.h	0.048	5.51	0.264	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					0.60
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0.00	
b.- Camioneta	h.m	0.008	30	0.24	
c.- Otros	Estimado	0.05	0.60	0.03	
					0.27
COSTO DIRECTO					0.87
GASTO POR SUMINISTRO					2.00
TOTAL					2.87

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Tendido del conductor cable seco de 70 mm ² , incluye; excavación, tendido de cable y suministro de materiales con su respectivo terminal.			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 2 OFICIAL: 2 PEON: 12 RENDIMIENTO DIARIO: Km/día 0.1		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
Terminal 27 KV para cable seco tipo N2XSY-1x70 mm ²	Kit	6	430.00	2580.00	9160.00
Cinta señalizadora de peligro	m	100	0.20	20.00	
Cable seco tipo N2XSY 18/30KV-1x70 mm ²	m	130	42.00	5460.00	
Tubo de F°G° de 1/4"x3"x6mt	U	4	160.00	640.00	
Cinta bandit de 3/4"	m	20	4.00	80.00	
Hebilla de Cinta bandit de 3/4"	U	10	2.00	20.00	
Ladrillo King kong	U	100	0.60	60.00	
Soportes de madera con accesorios p/sujetar cable seco	Cjt	2	150.00	300.00	
MANO DE OBRA					7.64
a.- Capataz	h.h	0.032	8.52	0.273	
b.- Operario	h.h	0.160	6.85	1.096	
c.- Oficial	h.h	0.160	6.16	0.986	
c.- Peón (Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)	h.h	0.960	5.51	5.290	
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					0.83
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0.00	
b.- Camioneta	h.m	0.015	30	0.45	
c.- Otros	Estimado	0.05	7.64	0.38	
COSTO DIRECTO					8.48
GASTO POR SUMINISTRO					9160.00
TOTAL					9168.48

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de Retenida simple tipo V1 que comprende: -Excavación de hoyo de 3.0 m -Empotramiento de varilla de anclaje con bloque de c.a. -Instalación de cable de acero y accesorios -Cimentación con piedra -Retiro de desmonte y resane			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 1 PEON: 3 RENDIMIENTO DIARIO: Ret/día 2		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.80	8.52	6.82	
b.- Operario	h.h	4.00	6.85	27.40	
c.- Oficial	h.h	4.00	6.16	24.64	
c.- Peón	h.h	12.00	5.51	66.12	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					124.98
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.2	30	6	
c.- Otros	Estimado	0.05	124.98	6.25	
					12.25
COSTO DIRECTO					137.22
GASTO POR SUMINISTRO					0.00
TOTAL					137.22

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de Puesta a Tierra tipo PAT-2 que comprende: -Instalación de cable de cobre de 25 mm ² y accesorios adosado al poste de madera, intalación tipo temporario			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 1 PEON: 1 RENDIMIENTO DIARIO: Ptatierra/di 12		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNIT	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Plancha de cobre tipo J	U	4	5.00	20.00	
Conector de cobre tipo perno partido 25 mm ²	U	2	5.00	10.00	
Conductor de cobre temple blando de 25 mm ²	mt	15	3.20	48.00	
Grapa Ao Go cobreado tipo "U" 1 3/8"x1/2"x3/16"	U	40	0.10	4.00	
					82.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.13	9.43	1.26	
b.- Operario	h.h	0.67	8.57	5.71	
c.- Oficial	h.h	0.67	7.7	5.13	
c.- Peón	h.h	0.67	6.87	4.58	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					16.68
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.085	30	2.55	
c.- Otros	Estimado	0.04	16.68	0.67	
					3.22
COSTO DIRECTO					20.00
GASTO POR SUMINISTRO					82.00
TOTAL					102.00

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de Puesta a Tierra tipo PAT-1 que comprende: -Excavación de hoyo de 3.0 m -Empotramiento de varilla tipo cooperweld -Instalación de cable de cobre de 25 mm ² y accesorios -Relleno de Sal, Carbón y Tierra Cernida -Retiro de desmonte			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 0 PEON: 6 RENDIMIENTO DIARIO: Ptierra/di 3		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNIT	PARCIAL	SUB-TOTAL
MATERIALES					
Varilla cooperweld de 5/8" ø x 2.40 m	U	1	32.00	32.00	
Conector de bronce para varilla de 5/8" ø , cable (25 mm ²), AB soldado	U	2	18.00	36.00	
Plancha de cobre tipo J	U	4	5.00	20.00	
Conector de cobre tipo perno partido 25 mm ²	U	2	5.00	10.00	
Conductor de cobre temple blando de 25 mm ²	mt	15	3.20	48.00	
Caja de registro de CAV de 0.40x0.40x0.30mt	U	1	35.00	35.00	
Grapa Ao Go cobreado tipo "U" 1 3/8"x1/2"x3/16"	U	40	0.10	4.00	
Sal Industrial	Saco	3	12.00	36.00	
Carbon vegetal	Kg	100	1.20	120.00	
Tierra de cultivo	m3	3	60.00	180.00	
					521.00
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.53	9.43	5.03	
b.- Operario	h.h	2.67	8.57	22.85	
c.- Oficial	h.h	0.00	7.7	0.00	
c.- Peón	h.h	16.00	6.87	109.92	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					137.80
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.15	30	4.5	
c.- Otros	Estimado	0.05	137.80	6.89	
					11.39
COSTO DIRECTO					149.29
GASTO POR SUMINISTRO					521.00
TOTAL					670.29

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de poste que comprende: -Traslado de punta de carretera al lugar de lzaje del poste -Izaje de poste de madera tratada 12, 13 y 14 m clase 5 y 6 -Cimentación con piedra -Retiro de desmonte y resane			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 1 PEON: 12 RENDIMIENTO DIARIO: Postes/día 4		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.80	8.52	6.82	
b.- Operario	h.h	2.00	6.85	13.70	
c.- Oficial	h.h	2.00	6.16	12.32	
c.- Peón	h.h	24.00	5.51	132.24	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					165.08
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0	180	0	
b.- Camioneta	h.m	0.5	30	15	
c.- Otros	Estimado	0.05	165.08	8.25	
					23.25
COSTO DIRECTO					188.33
GASTO POR SUMINISTRO					0.00
TOTAL					188.33

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Montaje de poste que comprende: -Izaje de poste de CAC de 12/300, palomilla, cruceta y plataforma -Cimentación con mezcla de concreto f' 140 kg/mm ² -Retiro de desmonte y resane			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 1 OFICIAL: 1 PEON: 1 RENDIMIENTO DIARIO: Postes/día 5		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
Cemento	Blsa	1.5	18.5	27.75	
Hormigon	m3	0.4	40	16	
					43.75
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.64	8.52	5.45	
b.- Operario	h.h	1.60	6.85	10.96	
c.- Oficial	h.h	1.60	6.16	9.86	
c.- Peón	h.h	1.60	5.51	8.82	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					35.08
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0.5	180	90	
b.- Camioneta	h.m	0.5	30	15	
c.- Otros	Estimado	0.05	35.08	1.75	
					106.75
COSTO DIRECTO					141.84
GASTO POR SUMINISTRO					43.75
TOTAL					185.59

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

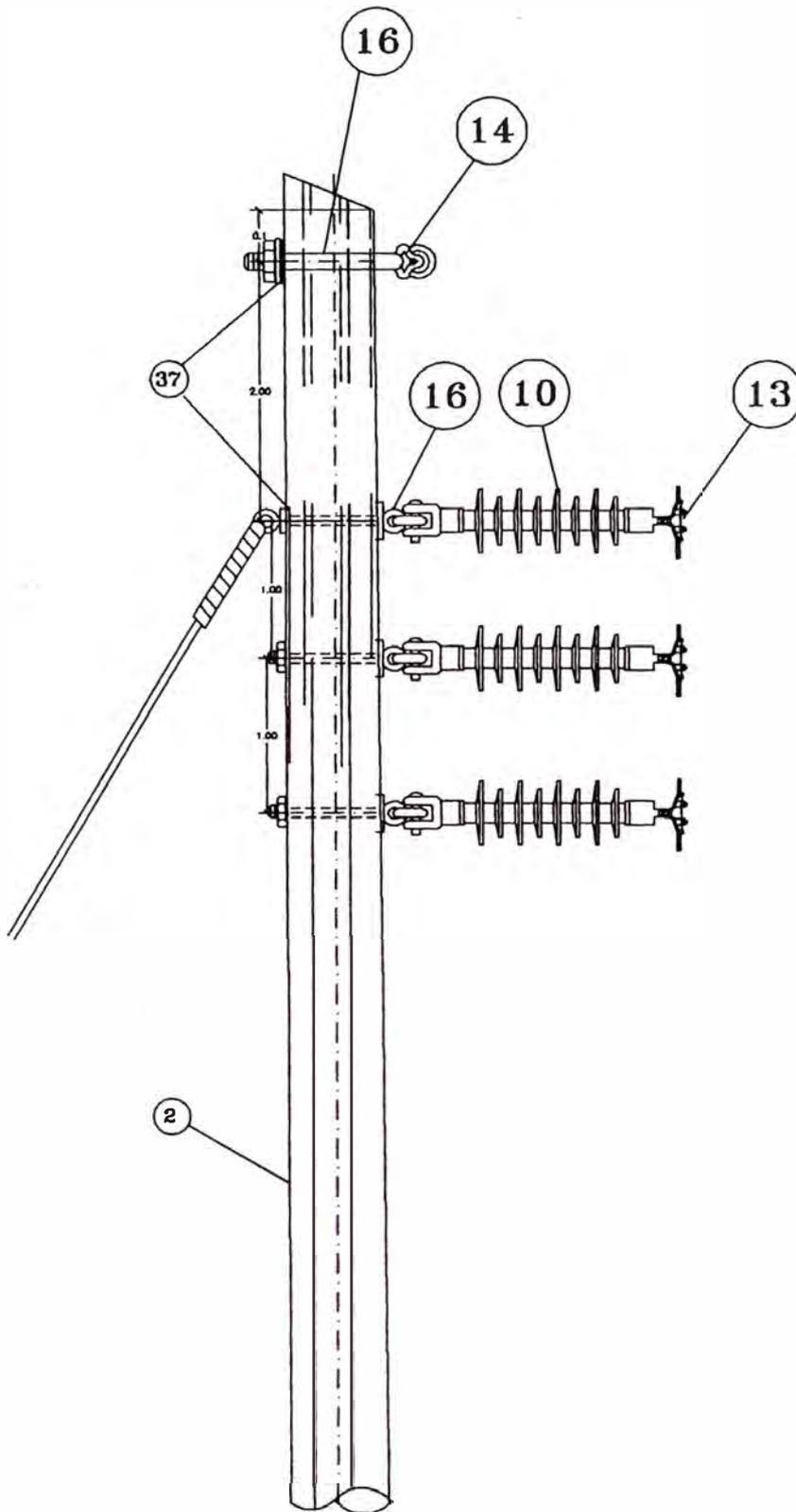
PROYECTO: LINEA 22.9KV C.H. PACARENCA MINA PUCARRAJO			FECHA: 15/11/2004 ELABORO: J.L.G.S.		
ESPECIFICACION: Excavación de Hoyo de 1.9 mt. de profundidad para: poste de 14 m clase 5, 6 y C.A.C. Poste de madera de 14 m longitud clase 5 y 6 Poste de C.A.C. de 12 m de longitud de 300 kg de esfuerzo			UNIDAD: PERSONAL BASE: CAPATAZ : 1 OPERARIO: 0 OFICIAL: 0 PEON: 4 RENDIMIENTO DIARIO: hoyos/día 2		
DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
	UNID	CANT	UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
MANO DE OBRA					
a.- Capataz	h.h	0.40	8.52	3.41	
b.- Operario	h.h	0.00	6.85	0	
c.- Oficial	h.h	0.00	6.16	0	
c.- Peón	h.h	16.00	5.51	88.16	
(Incluido leyes sociales, beneficios, y otras asignaciones)					91.57
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
a.- Camión grúa	h.m	0.00	180.00	0.00	
b.- Camioneta	h.m	0.15	30.00	4.50	
c.- Otros(desgaste de herramientas)	Estimado	0.05	91.57	4.58	
					9.08
COSTO DIRECTO					100.65
GASTO POR SUMINISTRO					0.00
TOTAL					100.65

CONCLUSIONES

- 1.0 Con la ejecución de este proyecto se ha conseguido dos aspectos fundamentales que beneficia económicamente a la empresa Minera de Huallanca y sus trabajadores foráneos y de la zona; el primero bajando el costo del producto final de tratamiento de metales y como consecuencia mayor rentabilidad y competitividad en el mercado de precios de metales y lo otro se menora en gran magnitud la contaminación por la quema de petróleo en la generación térmica, dado que el servicio de energía actualmente es por generación Hidráulica.
- 2.0 Un factor que favorece en los costos menores, es la utilización de los postes de madera tratada, los cuales con el adecuado mantenimiento podrían tener una vida útil mayor de la prevista. Este mantenimiento puede ser efectuado por los beneficiarios y consiste en mantener limpio de las malezas clarea alrededor del poste, asimismo reponer en forma periódica las piedras de cimentación y mantenerlas en un nivel siempre arriba de la zona de empotramiento y evitar amarrar animales en los postes para evitar que su excremento se acumule y favorezca la pudrición. Todas estas medidas evitaran la pudrición del poste en el empotramiento que es la zona mas critica del mismo.
- 3.0 En los trabajos decampo se ha procurado que la ruta seguida de la línea sea lo mas recto posible evitando los ángulos fuertes, para seleccionar estructuras simples, asimismo elegir rutas que permitan de regular magnitud sobre todo en los sectores donde no importa la accesibilidad ó cercanías a carreteras.

- 4.0 El consumo por pérdidas de energía se encuentra dentro de los márgenes permisibles del mismo modo la caída de tensión es de 4.43% para una máxima demanda de 1000KW, siendo su máxima demanda actual alrededor de 850KW y anteriormente cuando inicio fue con 500KW, por ello podemos concluir que la línea puede soportar una potencia de consumo de hasta 1200KW manteniéndose dentro del rango permisible.
- 5.0 En el cálculo de la línea se cumplen con todas las especificaciones de las normas referidas a los coeficientes de seguridad, para conductores, postes, retenidas, etc.
- 6.0 Al desarrollar el proyecto se ha tenido en cuenta las recomendaciones de la empresa concesionaria HIDRANDINA S.A. la que ha recomendado ciertas bases para el diseño, concientizando además de que el mantenimiento de dicha línea esta a cargo del personal de la Minera Puca Raju.
- 7.0 La ubicación de la sub estación de distribución se ha determinado en un punto aparente al centro de carga de la planta minera.

A lo largo de la Línea se ha instalado cuatro apartarrayos en lugares estratégicos, con el objetivo de proteger a la línea, dado que la zona en épocas de invierno sufre las sobre tensiones por descargas atmosféricas, de esta forma se atenúa en gran forma las fallas y/o interrupciones del servicio por esta causa

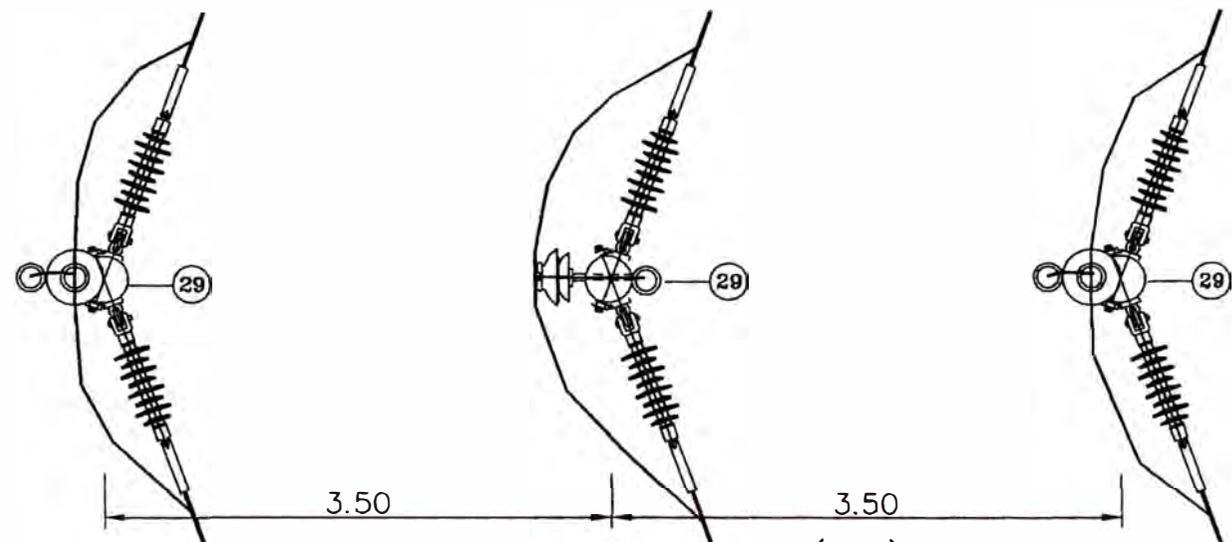
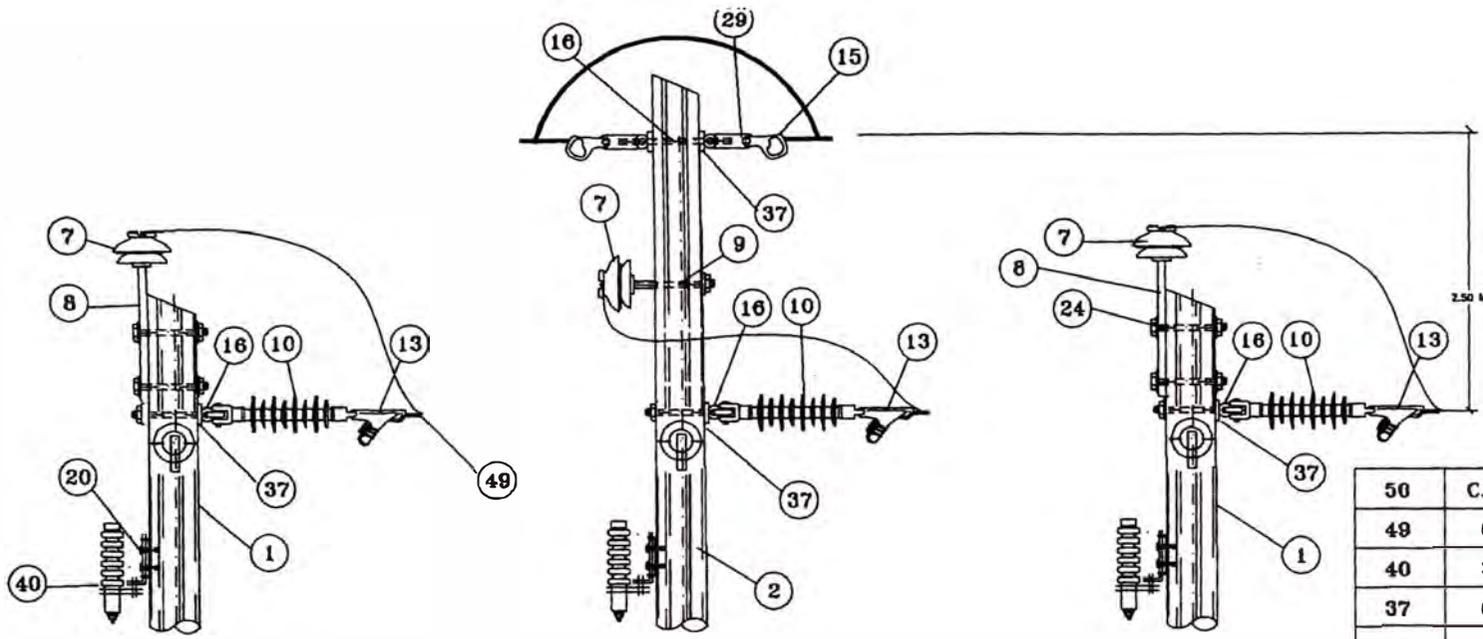


37	8
16	4
14	1
13	3
10	3
2	1
ITEM	CANT.
PA2	- 3

ARMADO TIPO E 143

PA2-3

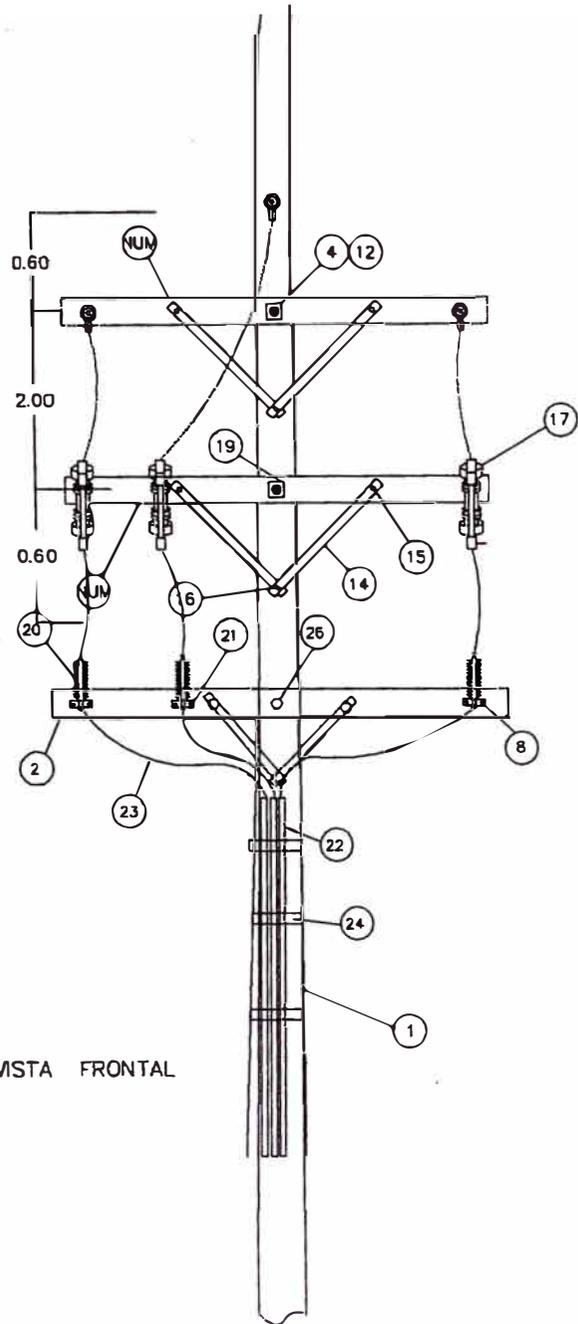
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU			TITULO : ARMADO - TIPO PA2 - 3		LAMINA : 02
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ					FECHA : DICIEMBRE-2004
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	DPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI	DIST : HUALLANCA



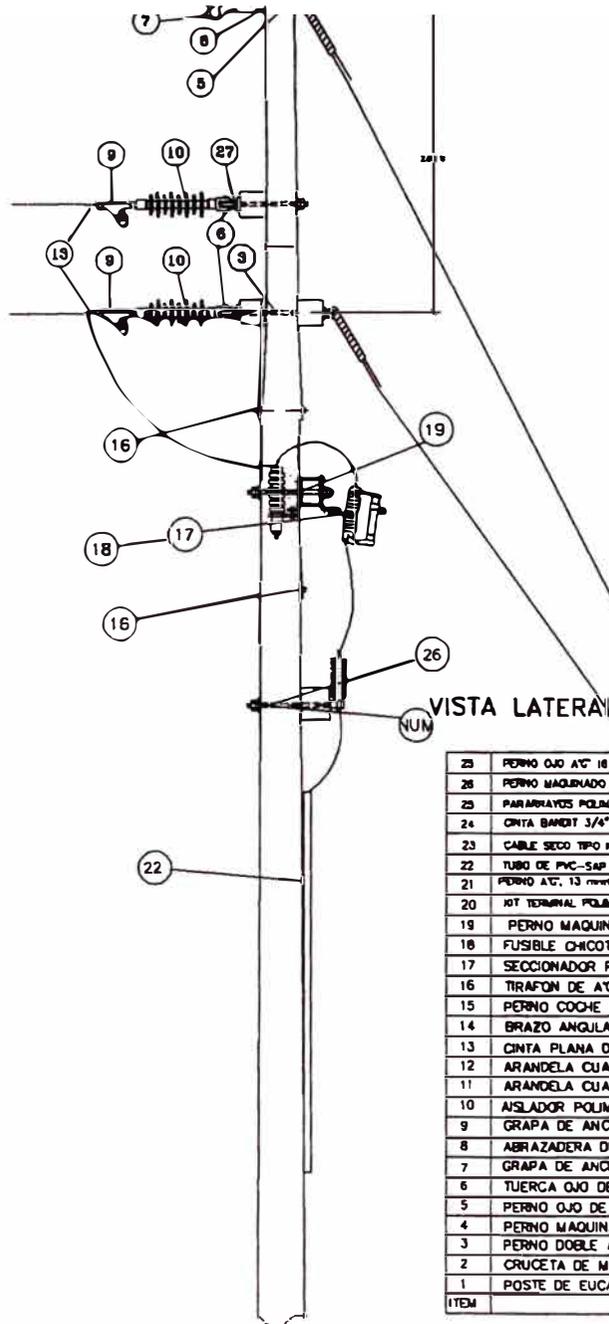
ITEM	CANT.
50	C.G.
49	6
40	3
37	6
29	4
24	4
20	6
16	4
15	2
13	6
10	3
9	1
8	2
7	3
2	1
1	2
A8-1(3P)	

ARMADO TIPO A8-1(3P)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU		TITULO : ARMADO - TIPO A8 - 1(3P)		LAMINA : 03	
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ				FECHA : DICIEMBRE-2004	
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	DPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI	DIST : HUALLANCA



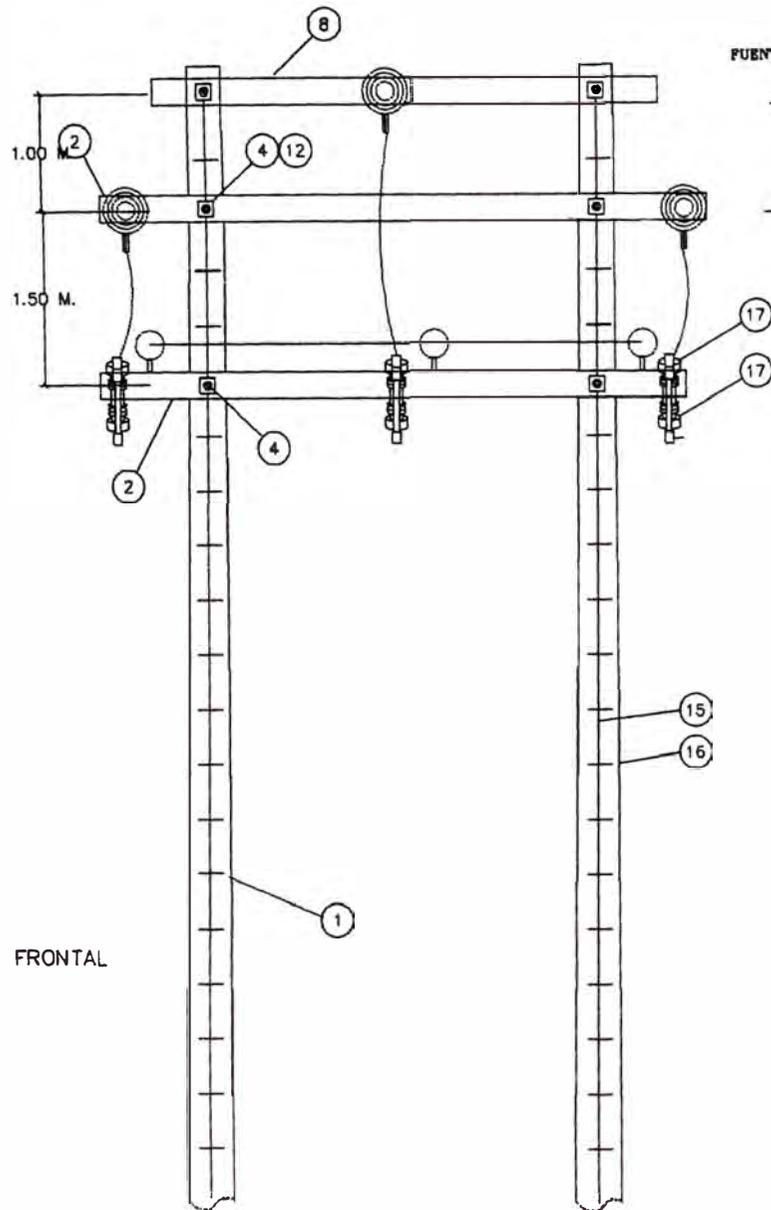
VISTA FRONTAL



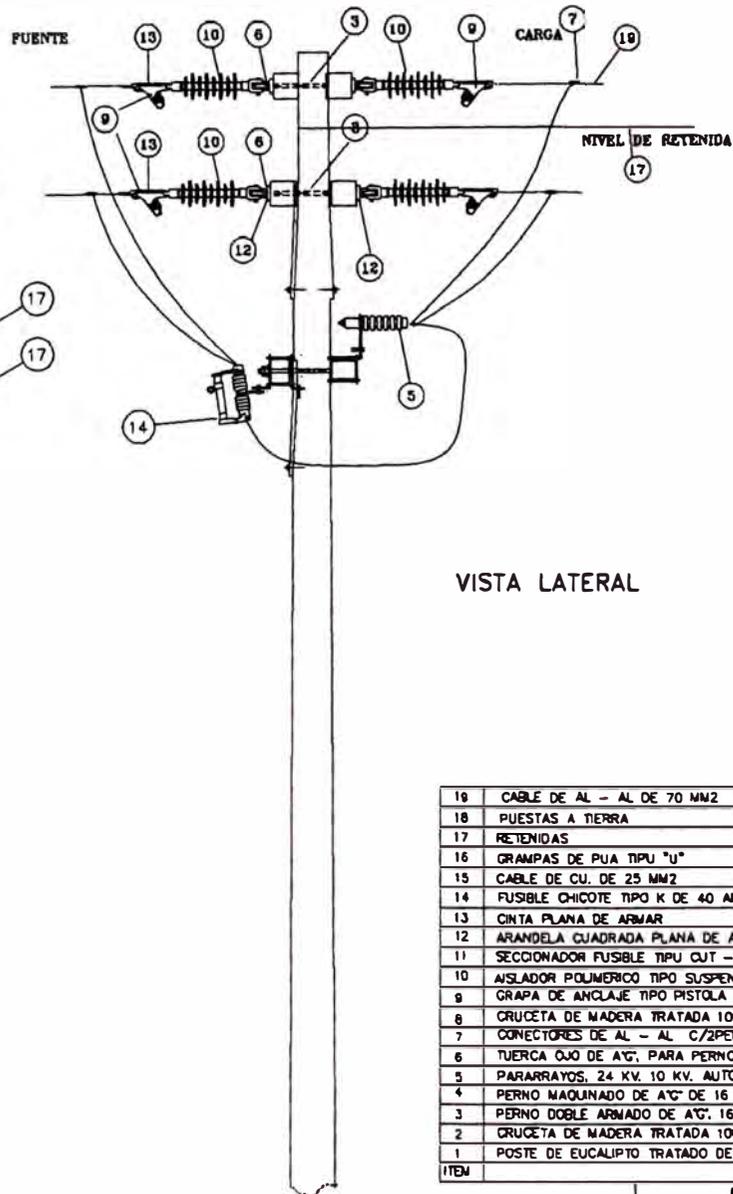
VISTA LATERAL

27	PERNO OJO A" 16 MM DE DIAMETRO 1005 MM	1
26	PERNO MAQUINADO DE A" 16x457 MM C/TUERCA Y CONTRATUERCA	1
25	PARARAAYOS POLIM. OXIDO MET. DE 21 KV. 38. C. EXTENSION VAOO	3
24	CINTA BANDIT 3/4" C/NEBRILLAS	4
23	CABLE SECO TIPO NZBY CALIBRE DE 35 mm ²	
22	TUBO DE PVC-SAP 80 mm ϕ x 6000 mm	3
21	PERNO A" 13 mm ϕ x125 mm con T/C	6
20	ROT TERMINAL POLIMERO PARA 22.9 KV	3
19	PERNO MAQUINADO DE A" 16 mm ϕ x350mm LONG. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
18	FUSIBLE CHICOTE TIPO K DE 40 A	3
17	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT-OUT DE 27 KV 150 KV BILL. 100 A	3
16	TIRAFON DE A" 13 mm ϕ x100 mm LONG	4
15	PERNO COCHE DE A" 13 mm ϕ x150 mm LONG	8
14	BRAZO ANGULAR DE A" C" DE 6x50x750 mm	8
13	CINTA PLANA DE ARMAR	8 m
12	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A" 16, DE 57x57x5 mm	12
11	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A" 16, DE 57x57x5 mm	5
10	ANCLADOR POLIMERIC TIPO SUSPENSION DE 36 KV.	3
9	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE ALUMINIO CON 2 PERNOS PARA CALIBRE DE 70 mm ²	3
8	ABRAZADERA DE CABLE SECO	6
7	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PUÑO DE A" PARA CABLE DE ACERO DE 1/4"	3
6	TUERCA OJO DE A" 16 PARA PERNO DE 16 mm ϕ	3
5	PERNO OJO DE A" 16 mm ϕ x235 mm LONG. 152mm MAQUINADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
4	PERNO MAQUINADO DE A" 16 mm ϕ x508 mm LONG. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
3	PERNO DOBLE ARMADO DE A" 16 mm ϕ x508 mm LONG. TOTALMENTE MAQUINADO CON T/CONTRATUERCA	2
2	CRUCETA DE MADERA TRATADA 100x125x2400 mm	4
1	POSTE DE EUCALIPTO TRATADO DE 14m LONG. CLASE 5	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H.	TITULO : ARMADO - TIPO PSEC - 3G	LAMINA : 04	
PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU			
GRADIANDO : JOSE LUIS QUINZALES SANCHEZ	FECHA : DICIEMBRE-2006		
DISEÑO : J.L.G.B.	REVISOR :	ESCALA : 3/4E	PROY. : ANCASH
			DIB. : BOLDONES
			DET. : HUALLANCA



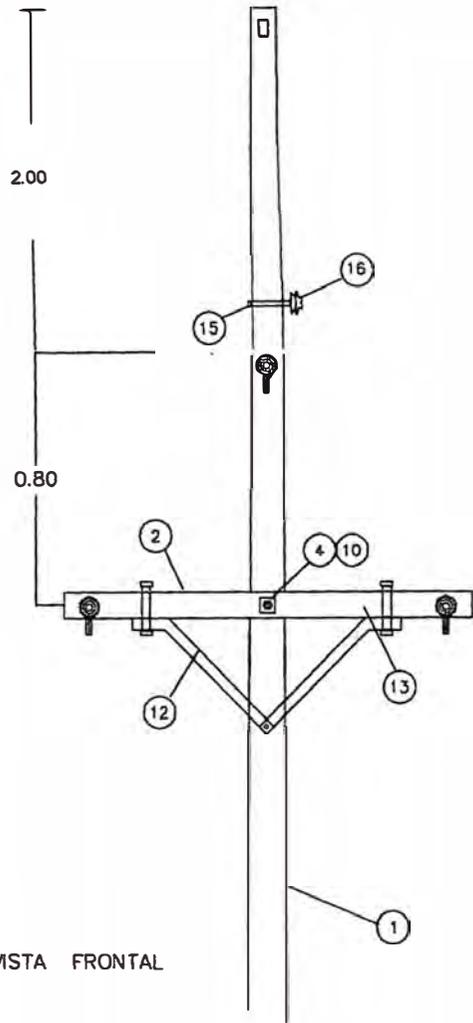
VISTA FRONTAL



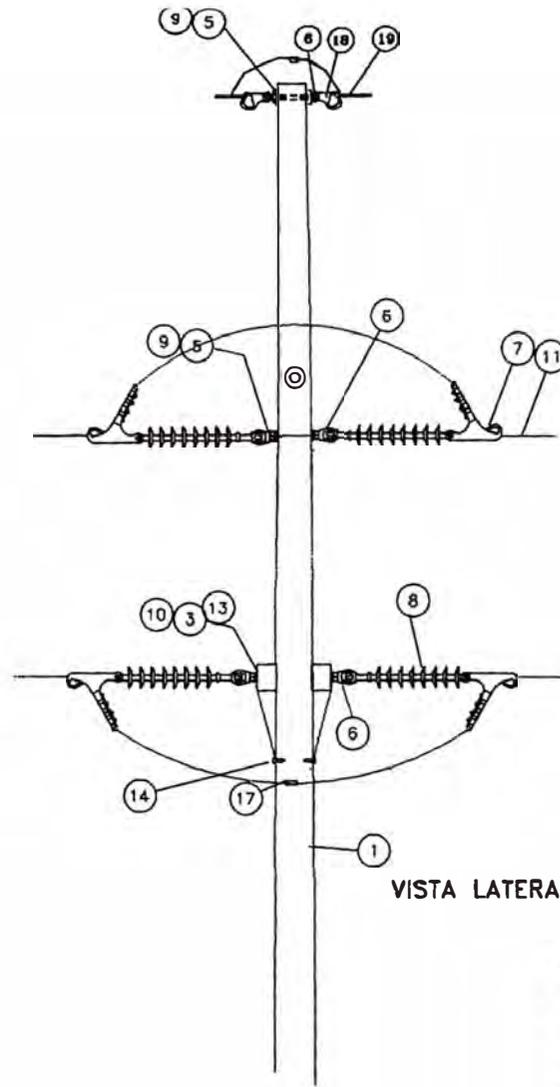
VISTA LATERAL

19	CABLE DE AL - AL DE 70 MM2	
18	PUESTAS A TIERRA	4
17	RETENIDAS	4
16	GRAMPAS DE PUA TIPO "U"	80
15	CABLE DE CU. DE 25 MM2	60 M
14	FUSIBLE CHICOTE TIPO K DE 40 AMP.	3
13	CINTA PLANA DE ARMAR	6 m
12	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A ³ , DE 57x57x5 mm	24
11	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT - OUT, 27 KV. 150 KV. BRL. 100 A.	3
10	AISLADOR POLIMERIC TIPO SUSPENSION DE 36 KV.	6
9	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE ALUMINIO CON 2 PERNOS PARA CALIBRE DE 25 mm2	6
8	CRUCETA DE MADERA TRATADA 100x125x2400 mm	2
7	CONECTORES DE AL - AL C/2PERNOS DE 70 MM2	6
6	TUERCA OJO DE A ³ , PARA PERNO DE 16 mmø	6
5	PARARRAYOS, 24 KV. 10 KV. AUTOVALVULARES	3
4	PERNO MAQUINADO DE A ³ DE 16 mmøx508 mm LONG. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	6
3	PERNO DOBLE ARMADO DE A ³ , 16 mmøx508 mm LONG. TOTALMENTE MAQUINADO CON T/CONTRATUERCA	3
2	CRUCETA DE MADERA TRATADA 100x125x4000 mm	4
1	POSTE DE EUCALIPTO TRATADO DE 14 m LONG. CLASE 5	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.M.		TITULO : ARMADO - TIPO PRH-8EC (3P)		LAMINA : 05	
PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU					
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES BANCHEZ				FECHA : DICIEMBRE-2004	
PROF : J.L.G.S.	PROFESOR :	ESCALA : 8/8E	OPD : ANCASH	PROF : BOLOGNESI	DIR : HUALLANCA



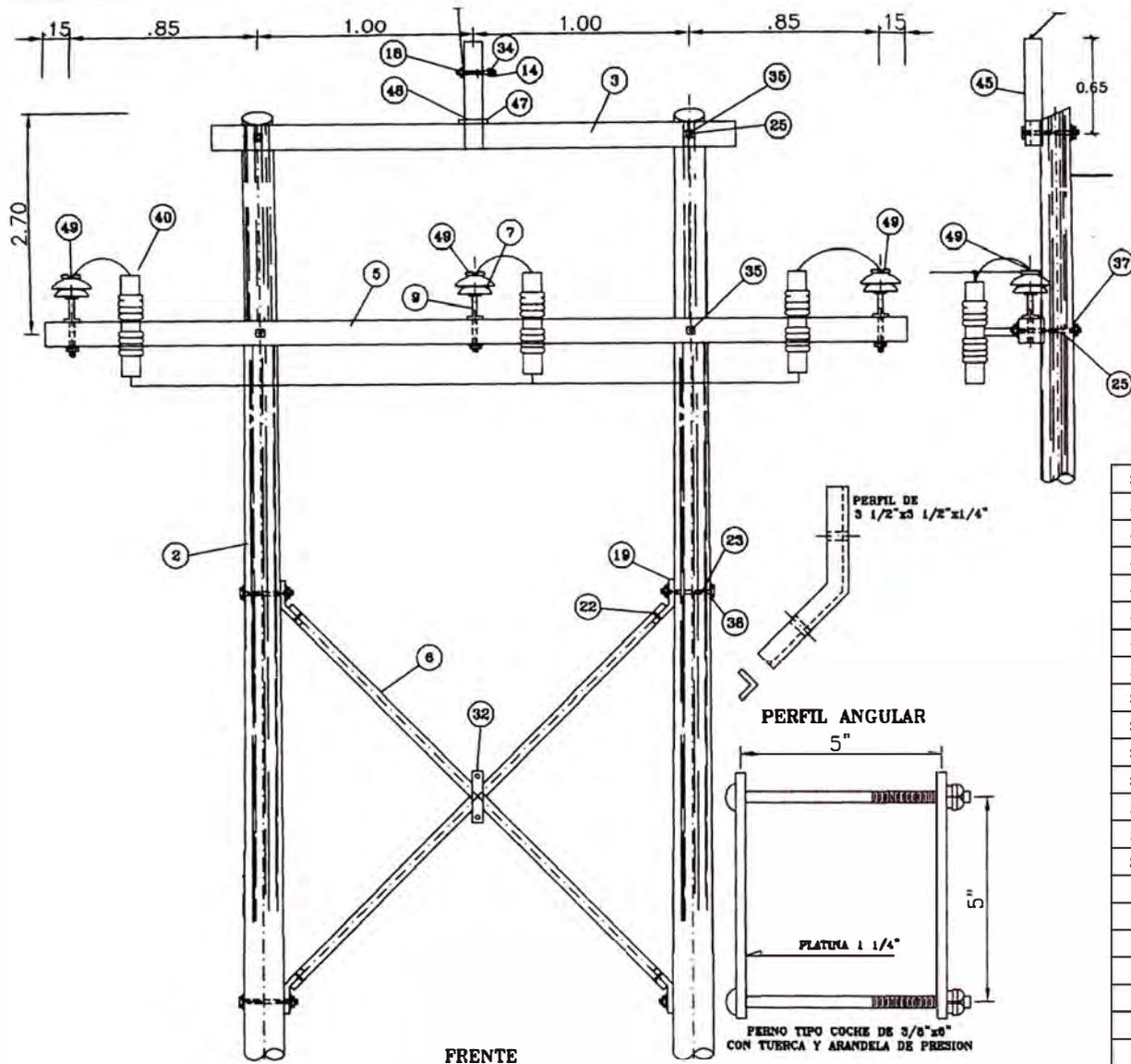
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

19	CABLE DE GUARDA	
18	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PUÑO DE A' G' PARA CABLE DE ACERO DE 1/4"	2
17	CONECTOR DE ALUMINIO DOBLE VIA PARA CONDUCTOR DE 70 mm ²	3
16	AISLADOR TIPO PIN CLASE 56-3/56-4 ANSI	1
15	ESPIGA RECTA DE 'G' DE 19 mmØx520 mm LONG, CABEZA DE PLOMO DE 30 mm	1
14	TIRAFON DE A' G' DE 13 mmØx100 mm LONG	2
13	PERNO COOHE DE A' G' DE 13 mmØx180 mm LONG	4
12	BRAZO ANGULAR DE A' G' DE 6x50x750 mm	4
11	CINTA PLANA DE ARMAR PARA CONDUCTOR DE 70 mm ²	12 m
10	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A' G', DE 57x57x5 mm	6
9	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G', DE 57x57x5 mm	5
8	AISLADOR DE SUSPENSION TIPO POLIMERICO 36 KV	6
7	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE ALUMINIO CON 3 PERNOS PARA CONDUCTOR DE 70 mm ²	6
6	TUERCA OJO DE A' G', PARA PERNO DE 16 mmØ	6
5	PERNO OJO DE A' G', 16 mmØx305 mm LONG, 152mm MAQUINADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
4	PERNO MAQUINADO DE A' G' DE 16 mmØx457 mm LONG, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
3	PERNO DOBLE ARMADO DE A' G', 16 mmØx508 mm LONG, TOTALMENTE MAQUINADO CON T/CONTRATUERCA	2
2	CRUCETA DE MADERA TRATADA 100x125x2400 mm	2
1	POSTE DE EUCAUPTO TRATADO DE 14 m LONG, CLASE 5	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT

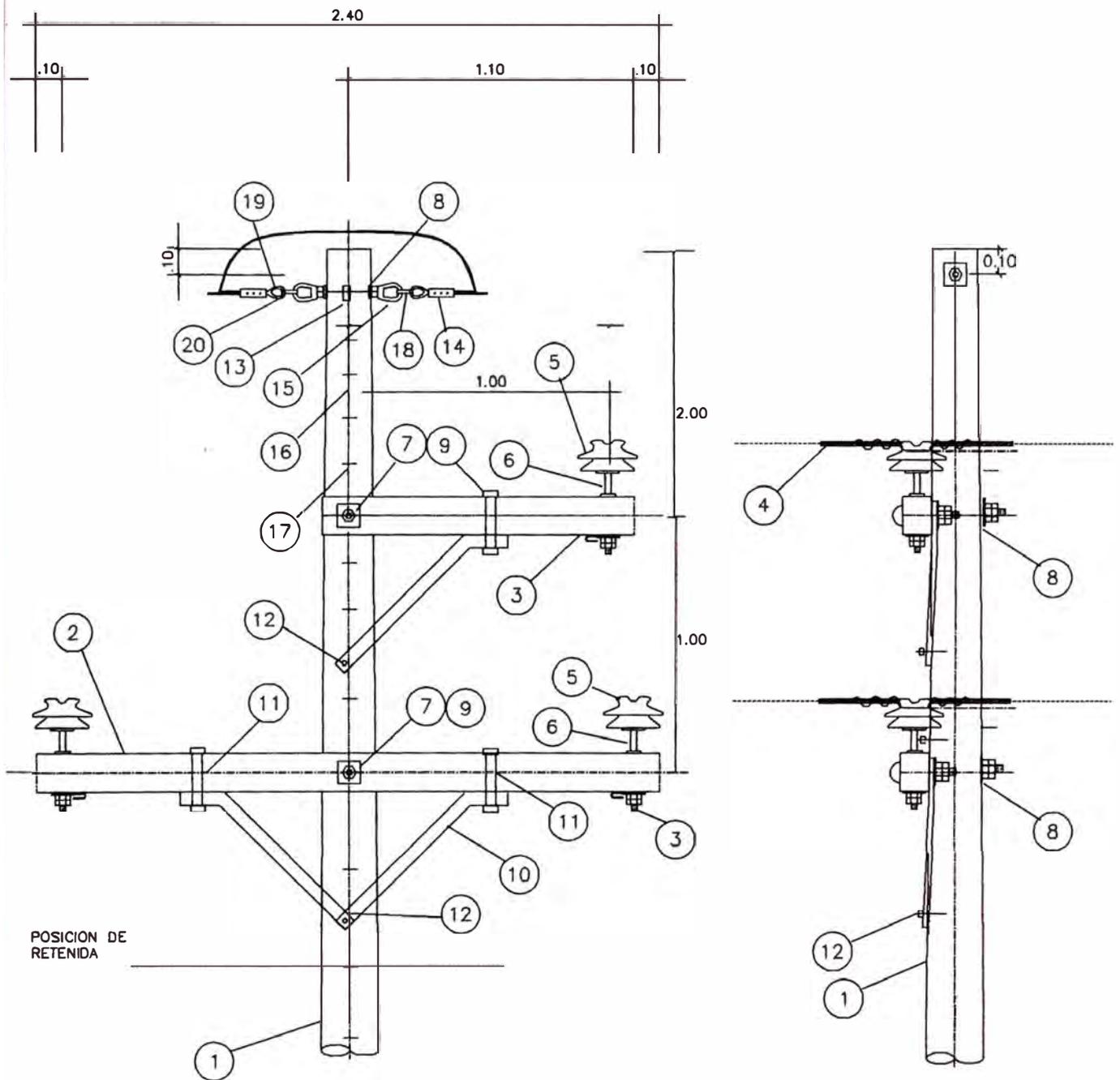
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACAYENCA A LA MINERA PUCARRAJU	TITULO : ARMADO - TIPO A5 - 1	LAMINA : 06	FECHA : DICIEMBRE-2004
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES BANCHEZ			DIET : HUALLANCA
DIEN : J.L.G.S.	REVISOR :	ESCALA : 5/8E	OPRO : ANCASH BOLOGNESI



38	4
49	3
40	3
48	2
47	1
46	1
45	1
38	4
37	4
35	4
34	1
32	1
25	4
23	4
22	4
19	4
18	1
14	1
9	3
7	3
6	2
5	1
3	1
2	2
ITEM	CANT.
A6-1 (3P)	

ARMADO TIPO A6-1 (CON CABLE DE GUARDA)
 ARMADO TIPO A6-1 (3P) (CON 3 PARARRAYOS)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU		TITULO : ARMADO - TIPO A6-1 (3P)		LAMINA : 07	
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALEZ SANCHEZ				FECHA : DICIEMBRE-2004	
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : 3/4"	DPTO : ANCASH	PROF : BOLOGNESI	OFIC : HUALLANCA

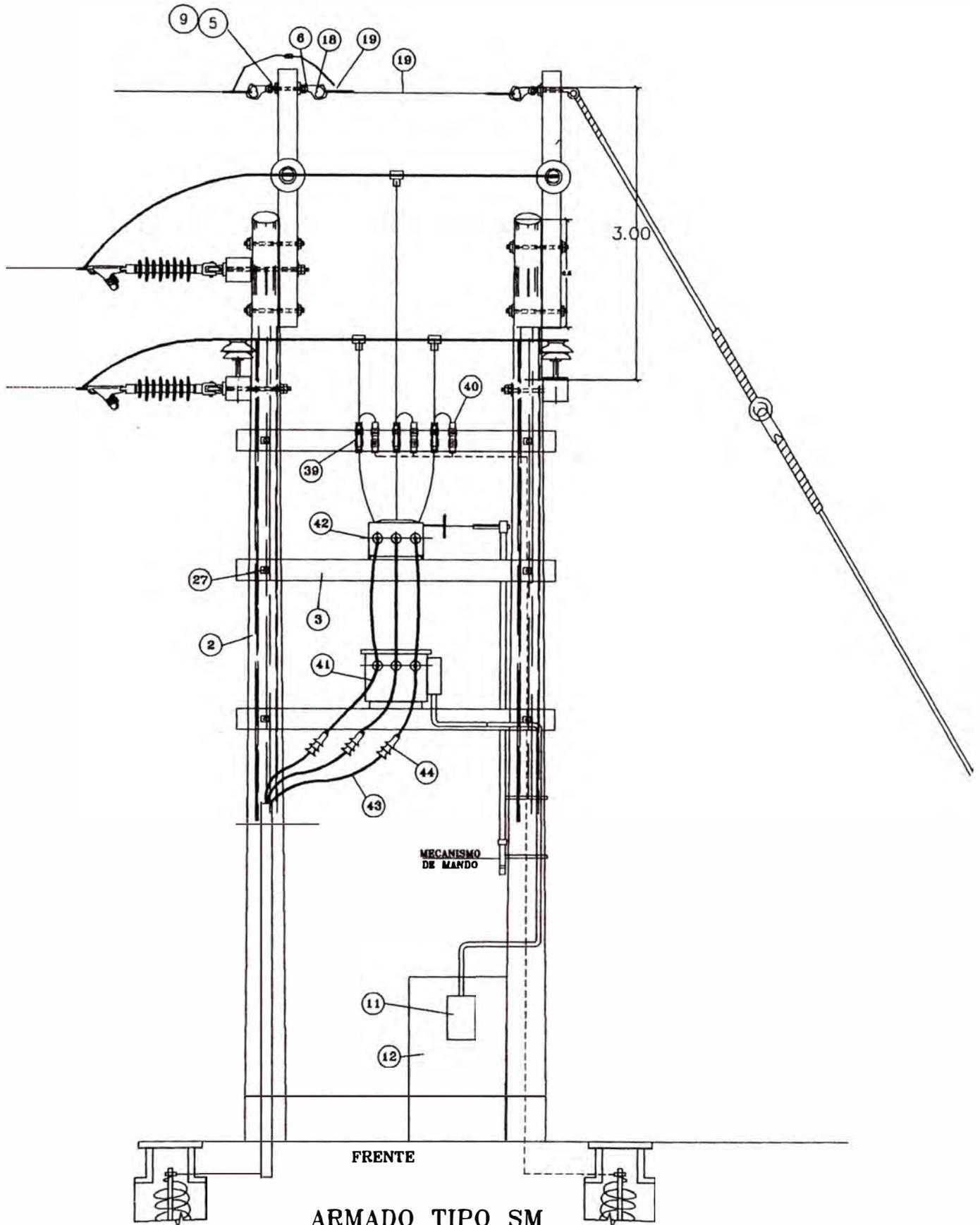


ITEM	DESCRIPCION	CANT
10	BRAZO ANGULAR DE 6x50x750 mm	3
9	ARAND.CUADR.PLANA A'G',57X57X5 mm, 18mm# AGU.	2
8	ARAND.CUADR.CURVA A'G',57X57X5 mm, 18mm# AGU.	4
7	PERNO DE A'G', 16 mm#x355 mm LONG, 182mm	2
6	ESPIGA RECTA DE A'G', 19 mm# x 533 mm P/ PIN 56-4 /56-3	3
5	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56-4/56-3	3
4	VARILLA PREFORMADAD SIMPLE	3
3	CRUCETA DE MADERA TRATADA 100x125x1000 mm	1
2	CRUCETA DE MADERA TRATADA 100x125x2400 mm	1
1	POSTE DE EUCALIPTO TRATADO 13 m CLASE 5	1

ITEM	DESCRIPCION	CANT
20	GUARDACABO	2
19	TUERCA OJO DE 16 MM ø	1
18	GRILLETE DE 16 MM ø	2
17	GRAPA EN U DE CU TIPO PUA	40
16	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 16 mm ²	18m
15	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO P/16 mm ²	2
14	GRAPA ANLAJE DE 1/4" P/CABLE DE ACERO C/3 PERNOS	2
13	PERNO OJO DE A'G', 16 mm#x255 mm LONG, 152mm	1
12	TIRAFON A'G', 13 mm#x100 mm LONG	2
11	PERNO COCHE A'G', 13 mm#x180 (1/2"x7") mm LONG	3

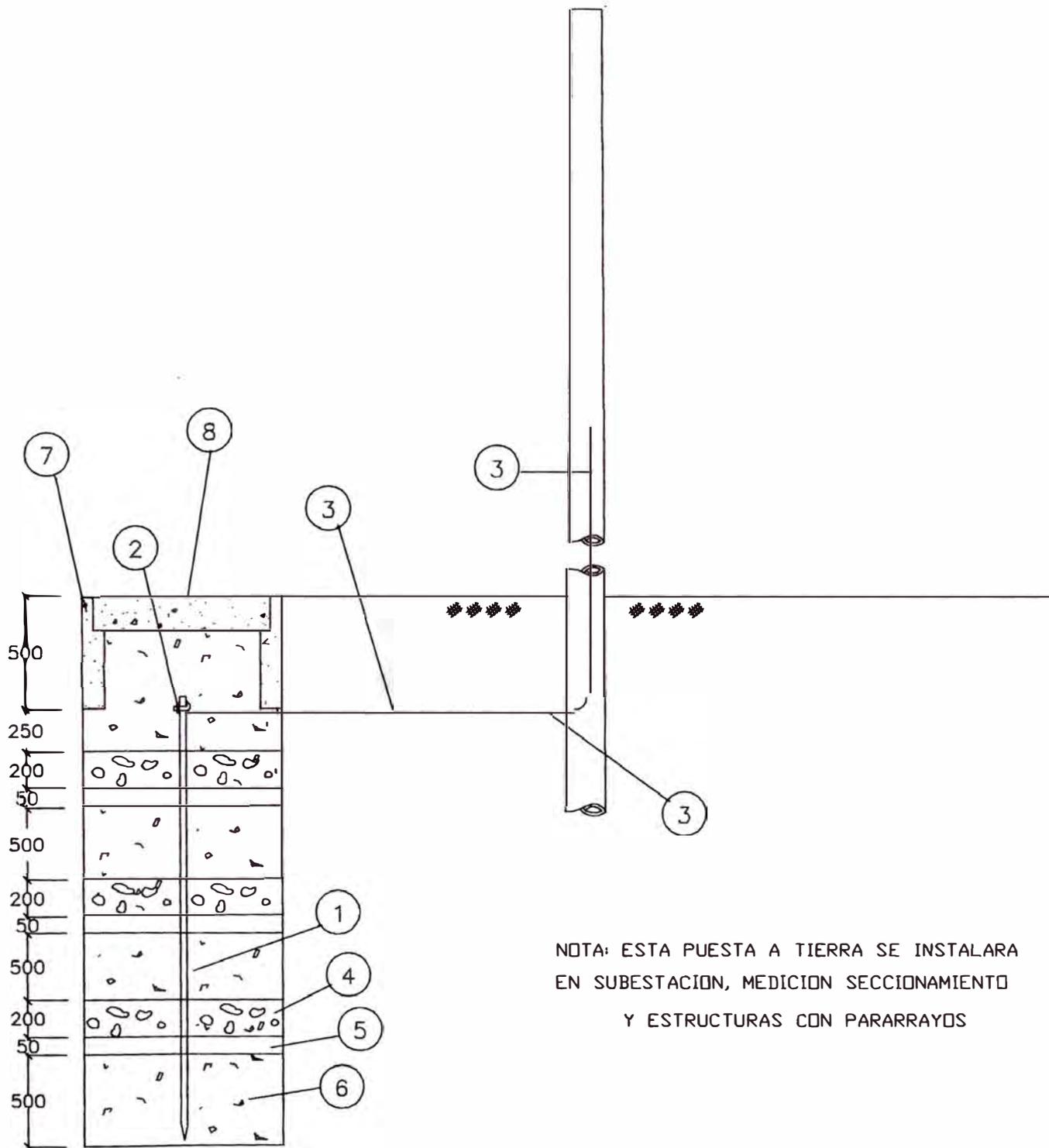
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU		TITULO : ARMADO - TIPO A1 - 1	LAMINA : 08
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ			FECHA : DICIEMBRE-2004
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	DPTO : ANCASH PROV : BOLOGNESI DIST : HUALLANCA



ARMADO TIPO SM
SUBESTACION DE SALIDA Y MEDICION EN 22,9 kV.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. FACARENCA A LA MINERA PUCARRAJ			TITULO : ARMADO - TIPO SM - P	LAMINA : 09	
GRUADO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ				FECHA : DICIEMBRE-2004	
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	DPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI	DIST : HUALLANCA

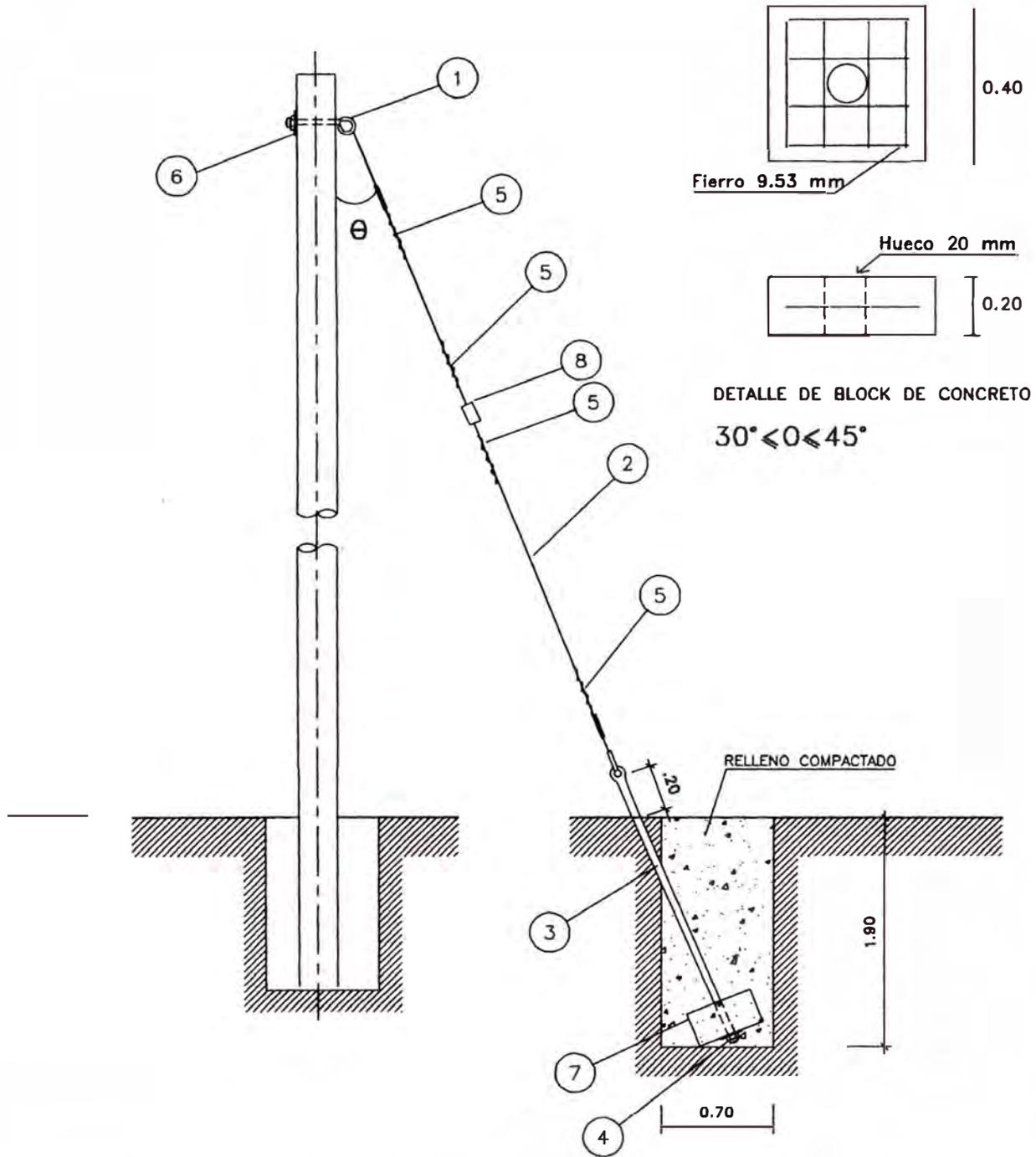


NOTA: ESTA PUESTA A TIERRA SE INSTALARA EN SUBESTACION, MEDICION SECCIONAMIENTO Y ESTRUCTURAS CON PARARRAYOS

	4	CARBON VEGETAL	100kg				
	3	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA, COBRE DESNUDO, BLANDO DE 35 MM2 DE SECCION	15 m		8	TAPA DE C.A. DE LA CAJA DE REGISTRO	01
	2	CONECTOR DE BRONCE TIPO AB, P'VARILLA 16mmØ	1		7	CAJA DE REGISTRO DE C.A DE 50x50x50 cm	01
	1	VARILLA COBRE DE 16mmØx2.40m DE LONGITUD	1		6	TIERRA CERNIDA	S/R
					5	SAL COMUN GRANULADA INDUSTRIAL PARA PAT	100Kg
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT	CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT

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

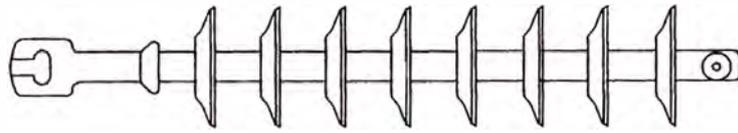
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU		TITULO : ARMADO PAT-1	LAMINA : 10
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ			FECHA : DICIEMBRE-2004
ORZANO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	OPTO : ANCASH PROV : BOLOGNESI DIST : HUALLANCA



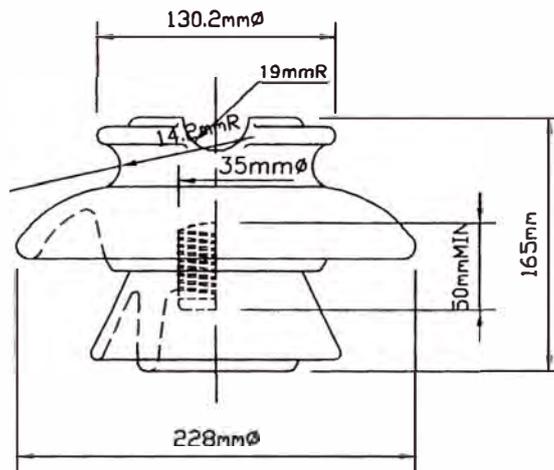
8	AISLADOR DE TRACCION TIPO NUEZ CLASE 54-2	1
7	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0.40 x 0.40 x 0.20mts	1
6	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57x57x5mm, AGUJERO DE 18mm ϕ	2
5	MORDAZA PREFORMADA DE ACERO GALVANIZADO-10 mm ϕ	4
4	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO, DE 102 x 102 x 5mm CON AGUJERO CENTRAL DE 19mm ϕ	1
3	VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO, DE 13 ϕ x 2400 mm DE LONG. PROVISTO DE OJAL-GUARDACABO EN UN EXTREMO, TUERCA Y CONTRATUERCA EN EL OTRO	1
2	CABLE DE ACERO TIPO SIEMENS MARTIN DE 10mm ϕ , 7 ALAMBRES	15 m
1	PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO DE 16mm ϕ x 254mm DE LONG. PROVISTO DE TUERCA Y CONTRT.	1
TEM	DESCRIPCION	CANT.

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

PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU	TITULO : ARMADO: RETENIDA SIMPLE	LAMINA : 11
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ		FECHA : DICIEMBRE-2004
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E
	OPITO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI
		DIST : HUALLANCA

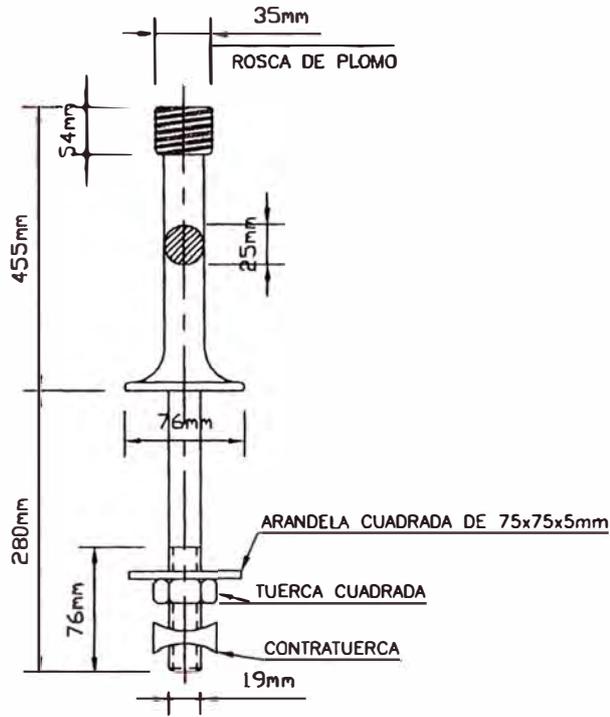


AISLADOR POLIMERICO

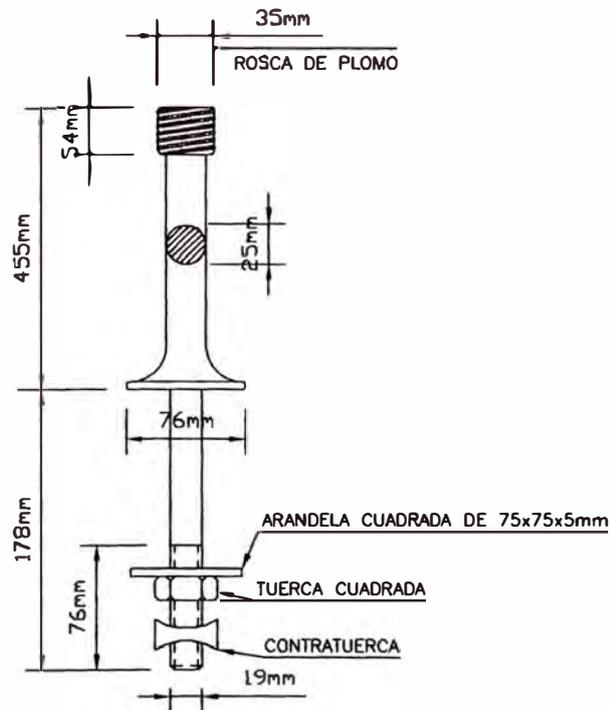


AISLADOR TIPO PIN
CLASE ANSI 56-4

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU			TITULO : AISLADORES	LAMINA : 12	
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ				FECHA : DICIEMBRE-2004	
DISENO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	DPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI	DIST : HUALLANCA

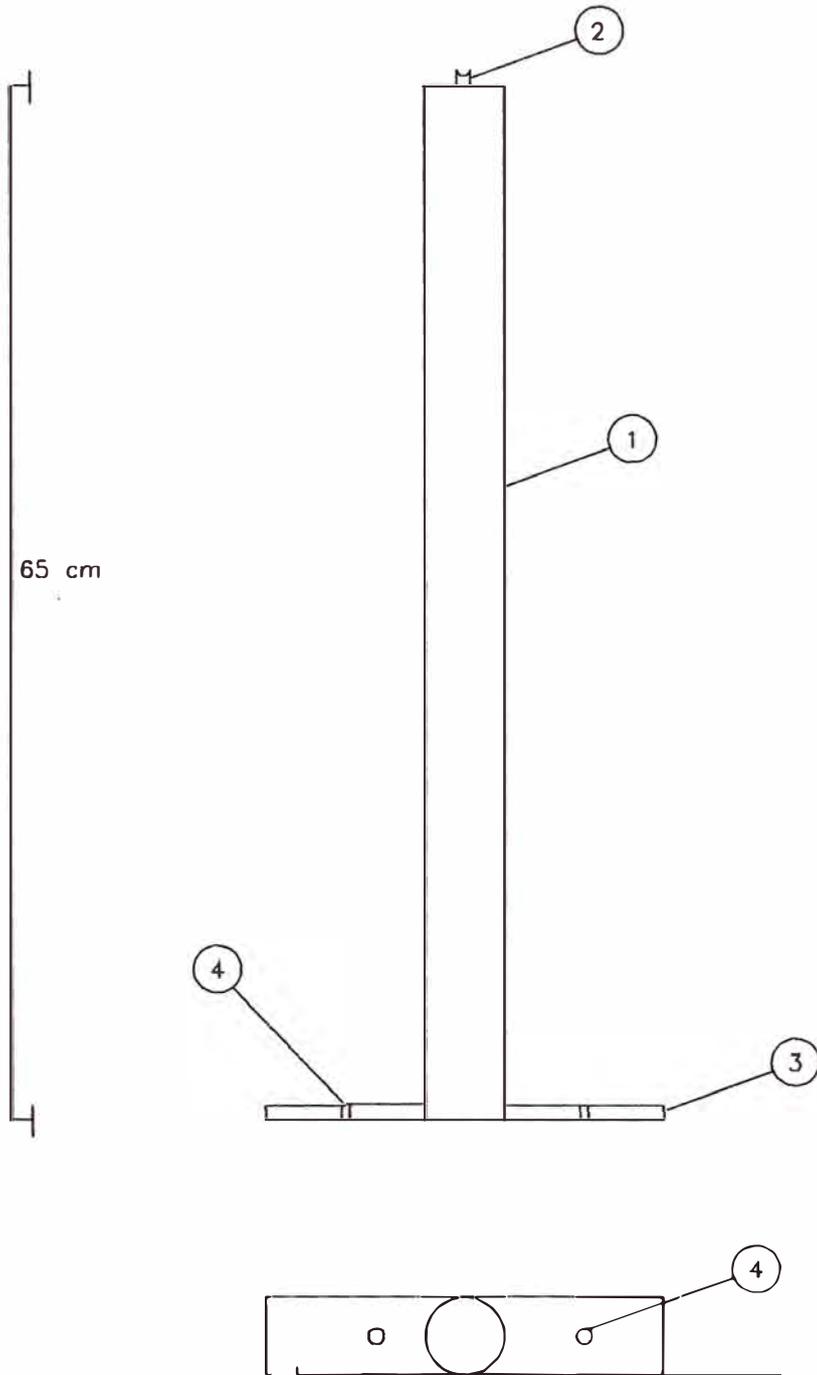


ESPIGA PARA POSTE



ESPIGA PARA CRUCETA

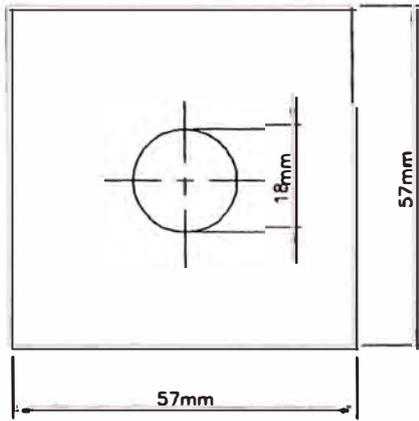
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU			TITULO : DETALLE DE ESPIGAS PARA AISLADORES 56-4		LAMINA : 13
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ					FECHA : DICIEMBRE-2004
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	DPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI	DIST : HUALLANCA



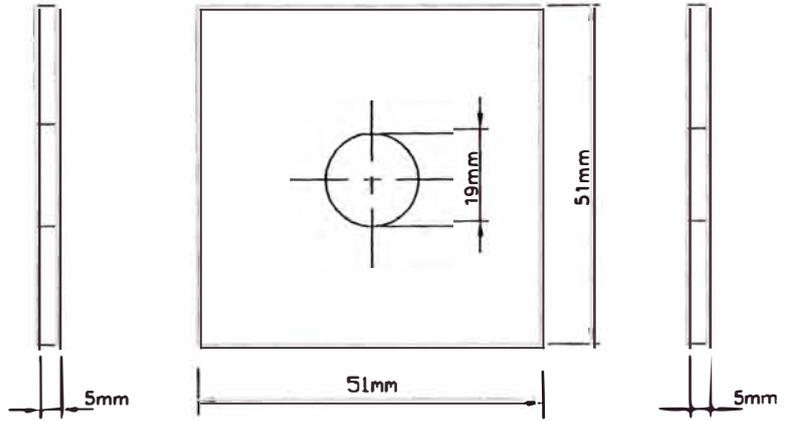
PARA CABLE DE GUARDA

4	AGUJERO DE 9/16" DE DIAMETRO PARA PERNO DE 1/2"	2
3	PLANCHA DE 1/4"x2"x16" DE FIERRO GALVANIZADO	1
2	GRAPA TIPO CROSBY PARA CABLE DE 1/4" SOLDADA AL TUBO DE 2"	1
1	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" DE DIAMETRO x 65 cm DE LONGITUD	1

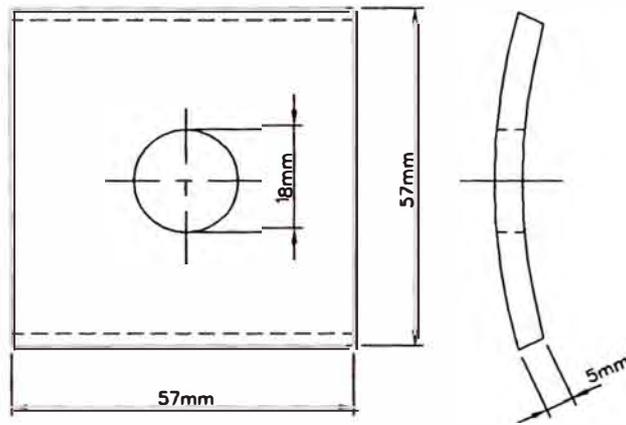
ITEM	DESCRIPCION			CANT
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA				
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU		TITULO : CONTRAPUNTA PARA CABLE DE GUARDA	LAMINA : 14	
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ			FECHA : DICIEMBRE-2004	
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	OPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI
			DIST : HUALLANCA	



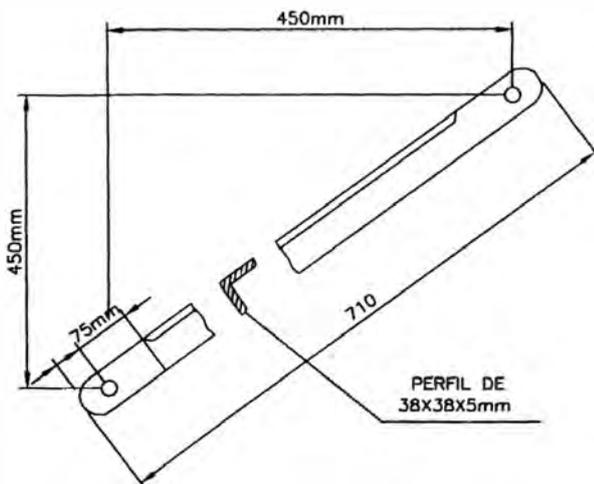
ARANDELA CUADRADA PLANA



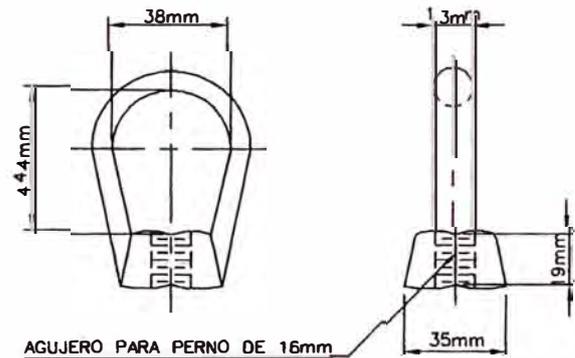
ARANDELA CUADRADA PLANA



ARANDELA CUADRADA CURVA

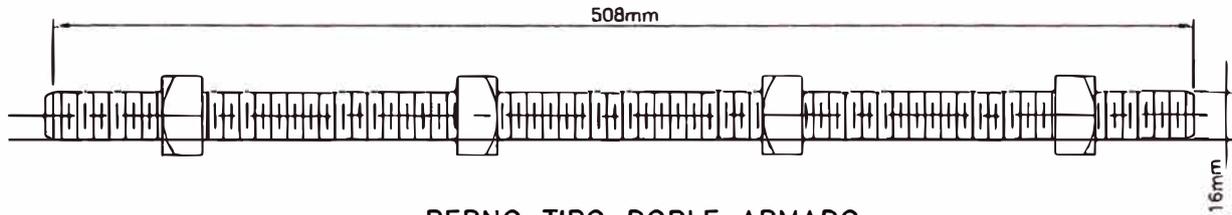


BRAZO ANGULAR

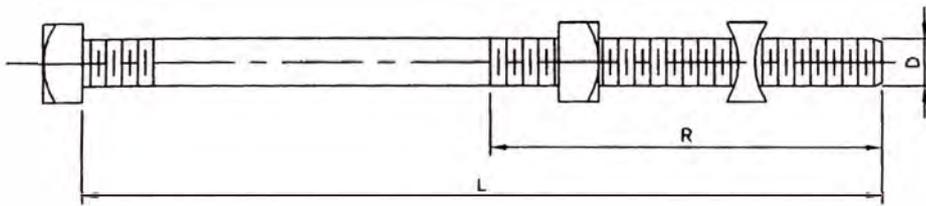


TUERCA - OJAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU			TITULO : ACCESORIOS METALICOS PARA POSTES Y CRUCETAS		LAMINA : 15
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ					FECHA : DICIEMBRE-2004
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	OPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI	DIST : HUALLANCA

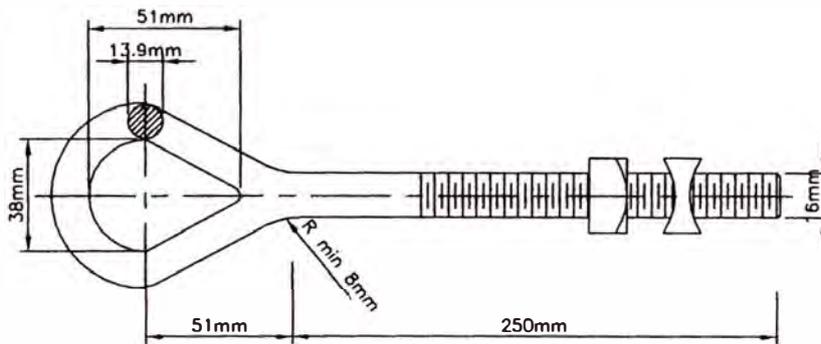


PERNO TIPO DOBLE ARMADO



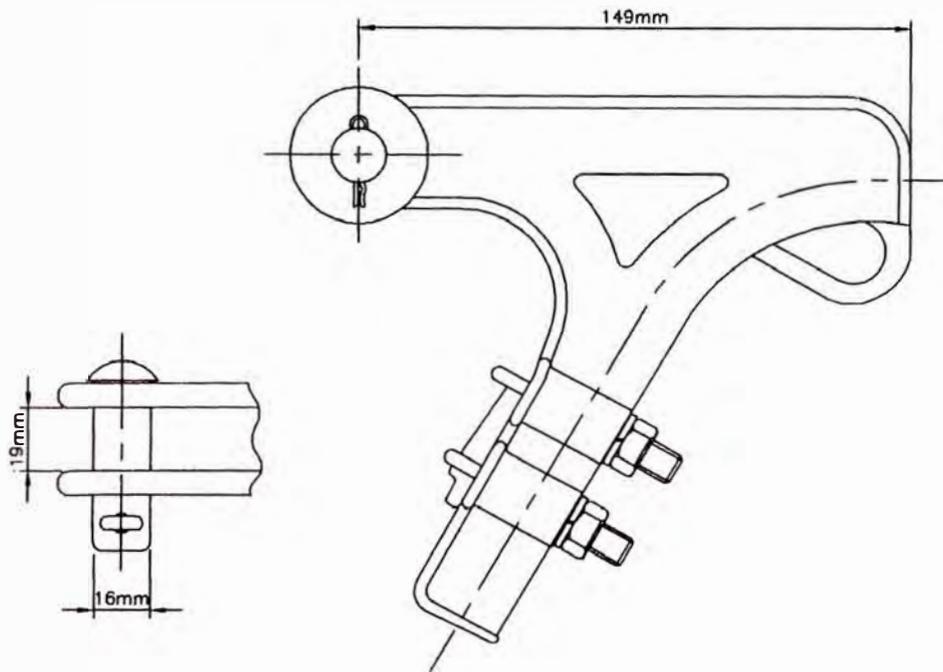
PERNO MAQUINADO

D (mm)	L (mm)	R (mm)
13	152	76
16	254	152
16	305	152
16	356	152
16	406	152
16	457	152
16	508	152

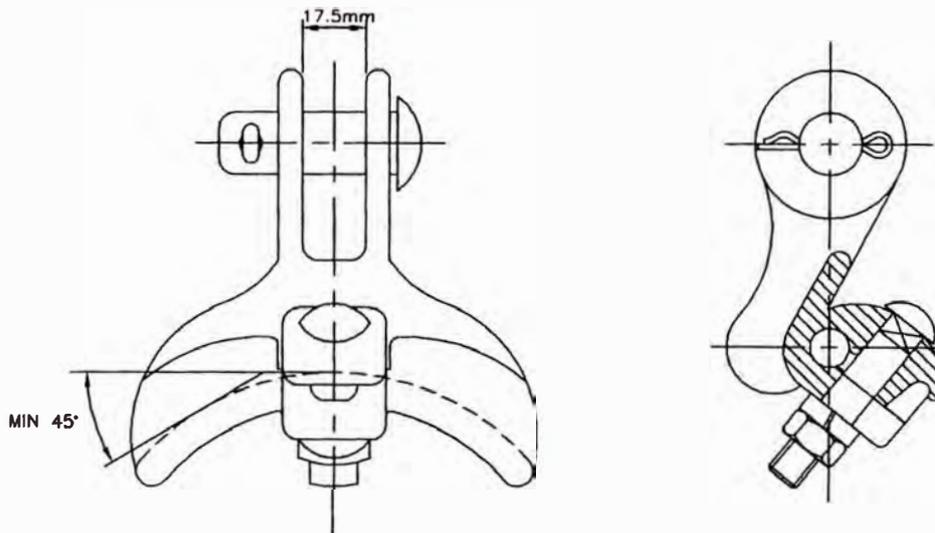


PERNO CON OJAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU			TITULO : ACCESORIOS METALICOS PARA POSTES Y CRUCETAS		LAMINA : 16
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ					FECHA : DICIEMBRE-2004
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : 8/E	DPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI	DIST : HUALLANCA

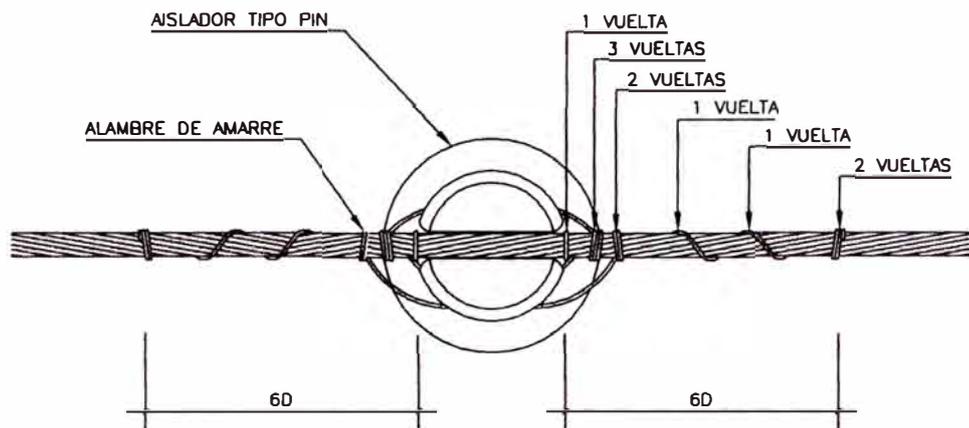


GRAPA DE ANCLAJE TIPO "PISTOLA"

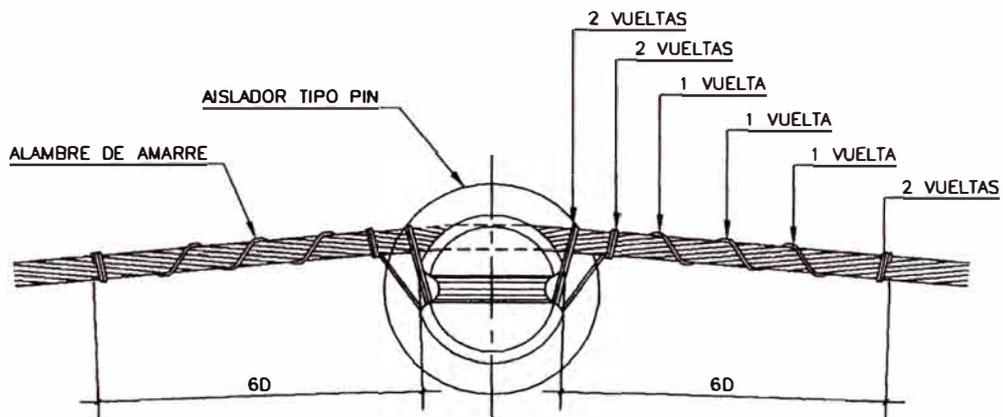


GRAPA DE ANGULO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU			TITULO : ACCESORIOS DE CONDUCTORES		LAMINA : 17
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ					FECHA : DICIEMBRE-2004
DISENO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	OPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI	DIST : HUALLANCA



EN ALINEAMIENTO



EN CAMBIO DE DIRECCION

DETALLE DE AMARRE TIPICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA					
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9 KV. DE C.H. PACARENCA A LA MINERA PUCARRAJU			TITULO : DETALLE DE AMARRE TIPICO	LAMINA : 18	
GRADUANDO : JOSE LUIS GONZALES SANCHEZ				FECHA : DICIEMBRE-2004	
DISEÑO : J.L.G.S.	REVISADO :	ESCALA : S/E	DPTO : ANCASH	PROV : BOLOGNESI	DIST : HUALLANCA

BIBLIOGRAFÍA

1. Gaudencio Zopetti – “Redes Eléctricas de Alta y Baja Tensión” - Ed- Gustavo Gili S.A. – Barcelona 1978 – Sexta Edición.
2. Luis Maria Checa -“Línea de Transporte de Energía” - Marcombo S.A. – 1979 – Segunda Edición.
3. Gilberto Enríquez Harper – “Líneas de Transmisión y Redes de Distribución Eléctrica” – Editorial LIMUSA – México -1978.
4. Código Nacional de Electricidad “Sistemas de distribución” – Tomo IV – 1978
5. Luis Prieto Gómez - “Criterios para la Selección y Diseño de los Sistemas de Distribución rural en el Peru”– ELECTROPERU.
6. Norma DGE 019-CA-2-1983-Dirección General de Electricidad- “Conductores Eléctricos en Rede Aéreas” - Ministerio de Energía y Minas.
7. Norma DGE 015 – PD – 1/1983 – Dirección General de Electricidad - “Postes, Crucetas y Mensuras de Madera y Concreto Armado para redes de distribución“ – Ministerio de Energía y Minas.
8. Norma DGE 009 – T-3/1987 – Dirección General de Electricidad - “Tensiones Nominales de Sistemas de Distribución”– Ministerio de Energía y Minas.
9. Dirección Ejecutiva de Proyectos – “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias” –Ministerio de Energía y Minas.
10. Dirección Ejecutiva de Proyectos – “Términos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Ingeniería” - Ministerio de Energía y Minas (MEM/DEP 510)

11. Dirección Ejecutiva de Proyectos – “Términos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Ingeniería para Pequeños Sistemas Eléctricos” - Ministerio de Energía y minas.