

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV PARA LA ESTACIÓN DE
BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO DE
PETROPERU S.A.**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

ULISES RICARDO CÁRDENAS JESÚS

PROMOCIÓN

1982 - I

LIMA - PERÚ

2008

**SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 KV
PARA LA ESTACION DE BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO
NORPERUANO DE PETROPERU S.A.**

Un agradecimiento especial a mis familiares y demás personas, que me han estimulado con sus constantes e incondicionales apoyos, para complementar mi formación profesional.

En memoria a mis padres...

SUMARIO

El presente Informe de Suficiencia contiene el **diseño** a nivel de ejecución de obra del Sistema de Utilización en 22,9 kV, con una potencia de 1000 kVA que suministrará la energía eléctrica a la ESTACION DE BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO de PETROPERÚ S.A., que se ubica en el Distrito de El Milagro, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas y se alimentará a través de una Línea Primaria a la tensión de 22,9 kV.

El objetivo final es buscar la optimización de los costos de Operación y Mantenimiento que actualmente gasta la ESTACION DE BOMBEO N° 7 del OLEODUCTO NORPERUANO de PETROPERÚ S.A. utilizando energía propia (térmica y a gas), comparado con la utilización de la energía proveniente de un Sistema Aislado; cuyo Proyecto en materia del presente Informe de Suficiencia.

La metodología de cálculo y especificaciones empleados fue la típica, para la Zona A (ligera) y Área 0, conforme al Código Nacional de Electricidad – Suministro (CNE-S); el área que involucra el Proyecto, presenta desniveles moderados y variaciones climatológicas mínimas.

El suministro de energía eléctrica será a través de la energía proveniente de las Centrales Hidroeléctricas “El Muyo” y “La Pelota”; y a partir del Centro de Transformación “Jaén” (Sistema Aislado)

Respecto al contenido del Informe de Suficiencia: en caso de existir discrepancias, se deberá considerar las siguientes prioridades:

- Que los Planos tienen prioridad sobre las Especificaciones Técnicas.
- Que las Especificaciones Técnicas tienen prioridad sobre la Memoria Descriptiva.

ÍNDICE

	Pág.
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	5
MEMORIA DESCRIPTIVA	
1.1 Aspectos Generales	5
1.1.1 Antecedentes	5
1.2 Objetivos del Estudio	6
1.3 Potencia requerida y fuentes de información	7
1.4 Evaluación del Mercado Eléctrico	8
1.5 Alcances del Proyecto	8
1.6 Descripción del Proyecto	9
1.6.1 Suministro de Energía Eléctrica	13
1.7 Cargas consideradas	13
1.8 Demanda Máxima	14
1.9 Instalaciones existentes	14
1.9.1 Instalaciones existentes - Estación de Bombeo N° 07	14
1.10 Bases de cálculo	15
1.11 Condiciones ambientales	15
1.12 Servidumbre	16
1.13 Disposiciones finales	16
1.14 Planos y Láminas	16
1.15 Distancias de Seguridad a Estructuras y Conexos	17
1.16 Distancias de Seguridad entre Grifos y las Redes Aéreas	17
1.17 Distancias de Seguridad con redes de Telecomunicaciones	18
1.18 Cumplimiento de Normas de Medio Ambiente	18
1.19 Financiamiento	19
1.20 Normas Técnicas	19

CAPÍTULO II	24	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS		
2.1	Introducción	24
2.2	Generalidades	24
2.3	Postes	25
2.3.1	Características Técnicas	25
2.3.2	Protección y acabado de postes de concreto	25
2.4	Accesorios de concreto	26
2.4.1	Cruceta tipo simétrica de concreto armado vibrado	26
2.4.2	Cruceta tipo asimétrica de concreto armado vibrado	26
2.4.3	Ménsula de concreto armado vibrado	27
2.4.4	Media palomilla de concreto armado vibrado	27
2.4.5	Media loza de concreto armado vibrado	28
2.5	Conductores y Cables	29
2.5.1	Características constructivas - Conductores de Aluminio	29
2.5.2	Características constructivas - Conductores de Cobre	29
2.5.3	Conductor de amarre	30
2.5.4	Conductor de puesta a tierra	30
2.5.5	Cables de energía de Baja Tensión	30
2.5.6	Cables de energía de 18/30 kV	31
2.5.7	Garantía de Calidad Técnica	32
2.6	Aisladores y accesorios	32
2.6.1	Aisladores tipo PIN	32
2.6.2	Espiga soporte de aislador tipo PÍN (de porcelana Clase ANSI 56-3)	32
2.6.3	Aisladores es tipo suspensión (poliméricos)	33
2.6.4	Elementos de fijación del Aislador tipo suspensión (polimérico)	34
2.7	Puesta a Tierra	34
2.7.1	Componentes de la puesta a tierra	35
2.8	Seccionadores fusibles unipolares	36
2.8.1	Fusibles para Cut Outs	37
2.9	Pararrayos	37
2.9.1	Características técnicas - Pararrayos	37
2.10	Retenida de anclaje para media tensión	38

VIII

2.11	Transformador de Potencia	39
2.12	Conector tipo cuña	40
2.13	Compuesto de unión (grasa)	40
2.14	Varillas de armar	40
2.15	Cinta plana para armar	41
2.16	Amortiguadores de vibración	41
2.17	Equipamiento del sistema de medición	42
2.17.1	Transformador para medición mixta (TRAFOMIX)	42
2.17.2	Caja de medición	43
2.17.3	Medidor de energía	44
2.17.4	Cables de control – operación de Trafomix y Medidor	44
2.18	Sistema de seccionamiento y protección	44
2.18.1	Interruptor de Recierre - Recloser	44
2.19	Terminaciones para cable seco tipo N2XSY de media tensión	49
2.20	Base porta terminaciones de cable seco	49
2.21	Varilla roscada	50
2.22	Platina para ensamble de media lozas soporte de transformador	50
2.23	Cintas aisladoras	50
2.24	Murete de concreto	50
2.25	Subestación de Superficie en Caseta	51
2.25.1	Obras civiles	51
2.26	Celda de Llegada 22,9 kV	52
2.26.1	Fabricación	52
2.26.2	Tratamiento del acabado	52
2.26.3	Equipamiento	53
2.27	Celda de transformación	53
2.28	Accesorios de interconexión a las Celdas	54
2.28.1	Aisladores portabarras	54
2.28.2	Barra de Cobre	55
2.29	Subestación en Caseta – Obras Civiles	55
	CAPÍTULO III	56
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJES	
3.1	Introducción	56

3.2	Aspectos generales	56
3.2.1	Coordinaciones con Organismos Públicos	56
3.2.2	Inicio de Obra	57
3.2.3	Inspección de campo	57
3.2.4	Cortes de energía	57
3.2.5	Trámites previos a los montajes correspondientes de la Obra	58
3.3	Verificaciones y pruebas	58
3.3.1	Verificaciones - Distancias de Seguridad	59
3.3.2	Verificaciones – Puestas a Tierra	59
3.3.3	Pruebas en Fábrica - Transformador de potencia	60
3.3.4	Pruebas de Campo - Transformador de potencia	61
3.3.5	Pruebas en Fábrica - Transformador de medida mixto (Trafomix)	62
3.3.6	Pruebas de Campo - Trafomix	63
3.3.7	Pruebas de Campo – Redes Aéreas en Media Tensión	64
3.3.8	Expediente de Replanteo de Obra Ejecutada	66
3.4	Inscripción de Señales de Seguridad	66
3.5	Montaje de Subestación en Caseta – Obras Civiles	67
CAPÍTULO IV		68
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS		
4.1	Generalidades	68
4.2	Cálculos Eléctricos	68
4.2.1	Determinación del Nivel de Aislamiento	68
4.2.2	Nivel de Aislamiento de los equipos	70
4.2.3	Niveles Básicos de Aislamiento	70
4.3	Cálculo de parámetros eléctricos del Sistema	70
4.4	Parámetros eléctricos – Línea Primaria	70
4.4.1	Condiciones Básicas – Línea Primaria	71
4.4.2	Determinación de las Distancias Eléctricas	71
4.4.3	Configuración de conductores	75
4.4.4	Cálculo de la caída de tensión	76
4.4.5	Cálculo de pérdidas por Efecto Joule	79
4.4.6	Capacidad de Ruptura de los elementos proyectados	79

4.4.7	Selección de Aisladores	81
4.4.8	Cálculo del Aislamiento	82
4.4.9	Cálculo de la Puesta a Tierra	83
4.4.10	Cálculo y Selección de Seccionadores Unipolares tipo CUT OUTS	88
4.4.11	Cálculo de fusible limitador de corriente para CUT OUTS	90
4.4.12	Cálculo de Pararrayos	91
4.4.13	Coordinación de aislamiento	93
4.4.13	Cálculos de relación de transformación – Trafomix	93
4.5	Cálculos mecánicos	94
4.5.1	Cálculo mecánico de conductores	94
4.5.2	Cálculo mecánico de estructuras	98
4.5.3	Cálculo mecánico de retenidas de Línea Primaria	103
4.5.4	Cálculo de anclajes de retenidas	104
4.5.5	Cálculo de cimentación de estructuras	105
4.5.6	Cálculo de accesorios de aislador tipo Pín	108
4.5.7	Cálculos mecánicos de aisladores	108
4.5.8	Cálculo de crucetas de concreto	109
4.6	Cálculo de mezclas volumétricas – Cimentación de Postes	110
4.7	Cálculos eléctricos – Subestación en Caseta	110
4.7.1	Bases de Cálculo	111
4.7.2	Parámetros de la Red Subterránea	111
4.8	Cálculos y dimensionamiento del cable de energía de 30 kV	111
4.8.1	Intensidad de corriente admisible	111
4.8.2	Cálculo de la corriente nominal a transmitir	112
4.8.3	Condiciones de funcionamiento de cables tendidos bajo tierra	112
4.8.4	Cálculo de caída de tensión (%)	113
4.8.5	Cálculos por corriente de cortocircuito	114
4.8.6	Corriente de cortocircuito admitido por el cable	115
4.8.7	Selección del Interruptor de Recierre (Recloser)	115
4.8.8	Selección del Interruptor Tripolar en Vacío – 24 kV	117
4.8.9	Selección de los equipos de protección	118
4.9	Cálculo de Barras en 22,9 kV	120
4.10	Cálculo de aisladores portabarras en 22,9 kV	124

4.11	Cálculo de ventilación natural – Subestación en Caseta	125
4.12	Hojas de Cálculos – Detalles	128
CAPÍTULO V		160
ANÁLISIS ECONÓMICO		
5.1	Generalidades	160
5.2	Análisis Económico Empresarial	160
5.2.1	Costos	160
5.2.2	Premisas consideradas	160
5.2.3	Cálculo de los beneficios del Proyecto	161
5.2.4	Cálculo de los costos del Proyecto	161
5.3	Índices de Rentabilidad	161
5.4	Conclusiones	161
CAPÍTULO VI		164
METRADO Y PRESUPUESTO BASE		
6.1	Generalidades	164
6.2	Estructura de costos	164
6.3	Cronograma de ejecución de Obra	165
6.4	Estructuración final de costos por Imposición de Servidumbre	165
6.5	Estructuración de costos por CIRA	165
6.6	Costos de contratación	165
CAPÍTULO VII		173
LÁMINAS Y PLANOS		
7.1	Generalidades	173
CONCLUSIONES		197
ANEXOS		198
ANEXO A		200
ANEXO B		201
ANEXO C		202
ANEXO D		203
BIBLIOGRAFÍA		204

PRÓLOGO

El presente Informe de Suficiencia trata sobre el diseño de un Sistema de Utilización en 22,9 kV, que permitirá electrificar a la Estación de Bombeo N° 7 del Oleoducto Norperuano.

La Estación de Bombeo N° 7 actualmente viene utilizando energía propia (térmica y a gas); y se pretende reemplazar ésta con energía proveniente de un Sistema Aislado.

Entonces, los objetivos que se esperan lograr con la implantación del presente Proyecto serán:

- a. Electrificar en forma satisfactoria la referida Estación de Bombeo, con expectativas que superan las condiciones actuales de operación y mantenimiento.
- b. Optimizar los costos que actualmente se incurren, empleando la energía propia de la Estación de Bombeo, al ser reemplazada con la energía proveniente de un Sistema Aislado, con costos regulados por la CTE y con una Tarifa seleccionada en Media Tensión.

Para lograr el primer objetivo, se ha planteado el diseño considerando los equipos y elementos de protección adecuados y necesarios para tener un servicio seguro, confiable y de calidad; conforme se puede apreciar de las siguientes descripciones de estos:

- En la primera estructura (después de la estructura del “punto de diseño”) se instalará un interruptor de recierre o recloser para asegurar la adecuada continuidad de servicio y reducir las interrupciones del sistema debido a fallas fugases, o restablecer el servicio en tiempos mínimos mediante recierres exitosos del sistema.

En esta estructura también se instalará el Sistema de Medición con Trafomix y medidor electrónico dotado de puerto tipo RS485.

- En la Subestación de 1000 kVA se instalará un interruptor tripolar en vacío, de accionamiento bajo carga, que irá acoplado a protecciones Fase – Tierra y entre Fases (con relés 50/51 y 50N/51N), que permitirá clarificar al mínimo tiempo las fallas homopolares y de sobrecorriente; y restablecer adecuadamente el servicio.
- En la celda de transformación se instalarán fusibles limitadores de corriente tipo CEF, de 24 kV y 40 A, como protección contra sobrecorriente en el lado de M.T.
- El tablero principal de Baja Tensión albergará un interruptor termomagnético tipo regulable, de alto poder de ruptura (65 kA a 480 V).
- Así mismo, en la Línea Primaria aérea se deberá instalar cortacircuitos tipo Cut Outs, pararrayos tipo de óxido metálico y puestas a tierra (éstas últimas deberán de instalarse en todas las estructuras).

Asegurándose la continuidad del servicio con el uso del recloser y los demás equipos de protección debidamente coordinados; acompañado de los estándares de Calidad del Producto que se exige en la NTCSE, está garantizado este punto.

Respecto al objetivo b), se efectuará una evaluación de costos considerando la utilización de energía propia y la utilización de energía proveniente de un Sistema Aislado con precios de tarifas normadas; luego de ello se procederá a compararlos aplicando los índices económicos usuales como son el VAN, el TIR, el coeficiente B/C, entre otros, con lo que se determinarán las ventajas (o desventajas) del presente Informe de Suficiencia, frente a los costos de operatividad de la Estación N° 7, utilizando su energía propia.

Conforme a los resultados obtenidos de los análisis económicos, la ejecución del presente Informe de Suficiencia es positivo y resulta económicamente rentable.

Se resalta que la evaluación de costos se plantean en condiciones más críticas, dado que se consignan costos en la producción de energía propia de acuerdo a reportes actualizados de la Estación N° 7; y en la estructura de costos según Pliego Tarifario, se consignan las cargas y energías mayores (para el año 20).

Como puede apreciarse, las Instalaciones Existentes de la Estación de Bombeo N° 7, tienen una potencia mucho mayor que la potencia proyectada del Sistema de Utilización (1000 kVA); y pareciera que existen incongruencias de carácter técnico, lo cual no es así debido a las razones que se exponen a continuación:

- La Estación de Bombeo N° 7 y todo el sistema del Oleoducto Norperuano, a la fecha viene transportando el crudo del petróleo en la mitad de su caudal nominal, dada la disminución de las reservas en la Zona de Selva; o que el crudo de petróleo no tiene las características adecuados para ser transportado.
- Por esta razón, también se ha restringido el trabajo en la Estación de Bombeo N° 7; laborándose a la semana, solo 3 días en promedio; y se requiere energía sostenible solo para la Siberia y la Viviendas.
- Las áreas que requieren mayor demanda de energía son la Planta de Bombeo y la Refinería; al minimizarse los trabajos, la primera también restringirse su requerimiento de energía; y ésta última solamente procesa derivados del petróleo para la Zona; por tanto, su producción no se puede ampliar en exceso y los turnos de trabajo se programan acorde al bombeo del producto.

Los requerimientos de la potencia proyectada ha sido adecuadamente analizada y no se vislumbra posibles distorsiones; y en caso de producirse, se suscitará en los últimos años del horizonte de proyección, debido a razones especiales (por ejemplo: a que se encuentren nuevas reservas de petróleo en los puntos de acopio; y con características de producto viables para su transporte).

El contenido del Informe de Suficiencia es el siguiente:

PRÓLOGO

CAPÍTULO I : MEMORIA DESCRIPTIVA

Donde se indican los alcances, descripciones, antecedentes, instalaciones existentes, demanda máxima y normas técnicas; entre otros; que corresponden al presente Informe de Suficiencia.

CAPÍTULO II : ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO

Que se refiere primordialmente a Especificaciones Particulares de los suministros u otras de carácter relevante; dado que las Especificaciones Generales se encuentran en las normas técnicas del Ministerio de Energía y Minas.

CAPÍTULO III ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE

Que se refiere primordialmente a Especificaciones Particulares de montaje u otras de carácter relevante; dado que las Especificaciones Generales se encuentran en las normas técnicas del Ministerio de Energía y Minas.

CAPÍTULO IV : CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Donde se detallan los cálculos eléctricos y mecánicos de las partes que se involucran en le Proyecto; con lo cual se sustenta su contenido.

CAPÍTULO V : ANÁLISIS ECONÓMICO

Concordando con el Metrado y Presupuesto Base, se desarrolla el Análisis Económico; y se evalúa utilizando los índices económicos que determinarán su rentabilidad.

CAPÍTULO VI : METRADO Y PRESUPUESTO BASE

Se elabora este utilizando las cantidades de los suministros de materiales y montajes electromecánicos y civiles; y se consideran los costos por suministro de materiales, montajes, gastos generales, utilidad e Impuestos.

CAPÍTULO VII: LÁMINAS Y PLANOS

Se incluyen las Láminas y Planos, conforme al Proyecto elaborado.

CONCLUSIONES

Se indican las conclusiones de los resultados obtenidos en el Estudio.

ANEXOS

Se incluyen los Anexos requeridos, que nos ayudarán a un mejor enfoque del Estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Se incluye la relación de libros, textos, separatas, artículos, documentos y material conexo, que han sido consultados en la elaboración del presente Informe de Suficiencia.

Mi agradecimiento a los responsables del Oleoducto Norperuano de Petroperú S.A., por haber facilitado la información técnica de la Estación de Bombeo N° 7, correspondientes al presente Informe de Suficiencia.

Hago extensivo mi especial agradecimiento, a los Catedráticos que han impartido los Cursos de Actualización de Conocimiento en Ingeniería Eléctrica – Octavo Programa de Titulación Profesional, por los conocimientos y las metas logrados.

CAPÍTULO I MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Aspectos Generales

El presente Informe de Suficiencia trata sobre el diseño del Sistema de Utilización en 22,9 kV, con una potencia de 1,00 MW; que permitirá suministrar energía eléctrica a la **ESTACION DE BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO** de propiedad de **PETROPERU S.A.**; que se ubica en el Distrito de El Milagro, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas.

Conforme a las evaluaciones del presente estudio, la Máxima de Demanda de Potencia será de 792,0 kW, que se destinará para uso exclusivo de la Estación de Bombeo N° 7 del Oleoducto Norperuano y con lo que se prevé la adecuada atención de sus cargas eléctricas (actualmente instaladas y con proyección a mediano plazo); por tanto, tendrá una Subestación de Distribución de 1000 kVA.

1.1.1 Antecedentes

PETROPERÚ S.A., con el objeto de obtener mejoras técnicas y económicas en sus sistemas eléctricos existentes que operan en la Estación de Bombeo N° 7 del Oleoducto Norperuanón, plantea cambiar la utilización de su energía propia (térmica y a gas) por la energía proveniente del Sistema Aislado “El Muyo – La Pelota”, que se rige y reglamenta conforme a la NCSE y tiene tarifas reguladas por la CTE; para lo cual solicita a ELECTRONORTE S.A. su Factibilidad de Suministro y Fijación de Punto de Diseño; iniciándose así las gestiones pertinentes a solucionar ésta problemática.

Inicialmente, la Empresa Concesionaria fijó el Punto de Diseño en la última estructura que se ubicaba en el Distrito El Milagro, a la altura del Cuartel Militar “El Milagro”; a 10 Km. de la Estación de Bombeo N° 7, con lo cual PETROPERÚ S.A. elaboró su correspondiente Proyecto y continuó luego con las gestiones de financiamiento; avances que quedaron trancos debido a razones de orden técnico y económico.

Posteriormente la Empresa Concesionaria efectúa la renovación de sus Líneas y Redes Primarias de Jaén y Bellavista; e interconecta estas dos Localidades, dejando de lado la generación térmica que abastecía a Bellavista; ofreciendo una mejor oferta ante los requerimientos de demanda de la zona, con la energía proveniente del Centro de Transformación “Jaén” (Sistema Aislado), que tiene un transformador de potencia de capacidad de 12/4/12 MVA – ONAF; al nivel de tensión de 60/22,9/10 kV; que a la fecha cuenta con las reservas necesarias para dotar de servicio eléctrico a los usuarios que lo requirieran.

Dada la cercanía de la Localidad de Bellavista con el Centro de Cargas del Proyecto, se renueva la Factibilidad de Suministro y Fijación de Punto de Diseño para el Sistema de Utilización en 22,9 kV, que suministrará energía eléctrica a la Estación de Bombeo N° 7 del Oleoducto Norperuano; fijándose este en la estructura de concreto existente identificada con Código N° 23104733, que se ubica en la Calle Emiliano Duárez – Cuadra 4 del Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén y Departamento de Cajamarca;; que pertenece al alimentador Circuito JAE-201 del Sistema Eléctrico Jaén, que se alimenta a partir del Centro de Transformación Jaén – Sistema Aislado; con lo que se inicia el desarrollo del presente Informe de Suficiencia.

El documento de Factibilidad de Suministro Eléctrico y Fijación del Punto de Diseño ha sido otorgado por ELECTRONORTE S.A., debido a que la Estación de Bombeo N° 7 del Oleoducto Norperuano se encuentra cerca del área de concesión de la citada Empresa de Prestación de Servicios Eléctricos.

El predio donde se ubica la Estación de Bombeo N° 7 de Oleoducto Norperuano de Petroperú S.A. se encuentra debidamente constituido e inscrito en los Registros Públicos de Utcubamba.

1.2 Objetivos del Estudio

El objetivo principal del presente Estudio es desarrollar el diseño, especificaciones, cálculos y seleccionamiento electromecánico a nivel de ejecución de obra y proporcionar las consideraciones técnico – económicas, para electrificar en forma satisfactoria a la mencionada Estación de Bombeo, en concordancia a las prescripciones técnicas del Código Nacional de Electricidad – Suministro y Utilización, las Normas Técnicas pertinentes del Ministerio de Energía y Minas (DGE, DGH y DEP) y demás dispositivos vigentes que tratan sobre el particular.

Además se dotará de un servicio de electricidad en forma confiable, lo que permitirá una adecuada operación de su Refinería, que requiere que se cumplan con las exigencias de Calidad del Producto que se indican en la Norma Técnica de Norma Técnica de Norma Técnica de Calidad del Servicio Eléctrico (NTCSE).

Así mismo, se analizarán los costos que intervienen con el objeto de cuantificar las ventajas o desventajas que se producirán con el presente Proyecto; para lo cual se evaluarán los análisis económicos pertinentes, que permitirán comparar la utilización de la energía propia (térmica y a gas), versus la utilización de la energía proveniente de un Sistema Aislado, que incluye los costos de Inversión (ejecución de la Obra), de Operación y Mantenimiento + costos Tarifarios regulados por concepto del consumo de energía.

1.3 Potencia requerida y fuentes de información

De acuerdo a Información Técnica recabada de la Estación de Bombeo N° 7, la potencia requerida para los diversos ambientes que lo conforman, es conforme se indica en la Tabla 1.1; que incluye además su potencia proyectada, que ha sido elaborada conforme a la evaluación del mercado eléctrico.

Tabla 1.1 Cargas Eléctricas requeridas

Item	Descripción	kW actual	kW proyect.
01	Planta de Bombeo N° 7	73,0	170,0
02	Refinería	166,0	380,0
03	Viviendas	55,0	112,0
04	Siberia	52,5	130,0
	TOTAL:	346,5	792,0

De acuerdo a las evaluaciones del presente estudio, la Máxima de Demanda de Potencia será de 792,0 kW (valor proyectado en un horizonte de 20 años; que se registrará en el Punto de Medición); y se destinará para uso exclusivo de la Estación de Bombeo N° 7 del Oleoducto Norperuano, con lo que se prevé la adecuada atención de todas sus cargas eléctricas (actualmente instaladas y con proyección dentro del período mencionado).

1.4 Evaluación del Mercado Eléctrico

El Mercado Eléctrico para la Estación de Bombeo N° 7 se evalúa considerando una progresión escalonada, tomando como base la demanda máxima actual del orden de 346,5 kW, se prevé que en el año 2 se incrementará a 594,0; y a partir del año 10 se incrementará hasta 792 kW (tope). Esta proyección está basada en función a las operaciones que se desarrollan en la Estación de Bombeo, que se correlaciona básicamente con el bombeo de combustible y la refinera de derivados del petróleo. Las horas de utilización (HFP y HP) se han afectado por el factor 1/2,3; dado que los trabajos se encuentran restringidos (actualmente se laboran 3 días consecutivos y se deja de laborar 4). En la evaluación del Mercado Eléctrico se considera un factor de carga constante igual a 0,90; y así mismo, se ha considerado como pérdidas el 10 % del consumo neto.

El Cuadro Resumen de la Evaluación del Mercado Eléctrico, se muestra en el Anexo A.

1.5 Alcances del Proyecto

El presente Proyecto comprende el diseño, cálculo y seleccionamiento electromecánico de:

- Ampliación de Red Aérea en 22,9 kV - 3Ø, con neutro aislado; que permitirá la electrificación de la Estación de Bombeo N° 7; y se constituye como la Línea Primaria de uso exclusivo, con distribución radial de 5,39 Km. de longitud.
- Sistema de Protección y Medición proyectado, que consta de equipos de protección y maniobra, (incluye Interruptor de Recierre (Recloser), equipado con transformadores de corriente tipo toroidal de M.T. y tablero de control, seccionadores fusibles tipo Cut Out y pararrayos tipo autoválvula de óxido de zinc); así como también de un trafomix con 3 bobinas de corriente y 3 bobinas de tensión, que conecta al medidor electrónico tipo A1R LQ+ con puerto RS485 o similar. Estos equipos se montarán en una estructura tipo Subestación Aérea Barbotante en Biposte de c.a.c. de 13m/400Kg (incluye accesorios de c.a.v. necesarios de acuerdo a Lámina de Detalles). El medidor electrónico se instalará en una caja portamedidor metálica tipo LTM, montado en murete de concreto que se construirá debajo de ésta estructura. El control del recloser, las baterías y demás accesorios de control, se instalará en una caja metálica tipo TD1, que se montará adosado al poste de concreto.

- Subestación en caseta, para uso exclusivo de 1,0 MVA, en 22,9/0,48 kV y acometida en Baja Tensión, con interruptor termomagnético de 3 x 1250 A, 690 V de 65 kA (480 V), tipo regulable. Esta Subestación tendrá: 01 Celda de Llegada, 01 Celda de Transformación, 01 Celda de Reserva y Tablero General de Baja Tensión en 480 V.
- La Celda de Llegada tiene equipos de protección y maniobra, que consta de Interruptor de Potencia tripular, de accionamiento bajo carga, Relés de sobrecorriente fase – fase 50/51 y fallas a tierra 50N/51N con transformadores de corriente tipo toroidal de M.T. y sistema de calibración y maniobra que incluye puerto RS485 o similar. Los relés y el sistema de calibración y maniobra se instalará en una caja metálica tipo TD1, dentro de la Celda de Llegada.
- La Celda Transformación tiene un Transformador de Potencia de 1000 kVA, de 22,9/0,48-0,28 kV, grupo Dy5n, para 1000 m.s.n.m.; protegido externamente con fusibles limitadores de corriente.
- La Celda Salida que viene a ser un tablero general para control, medición y protección en Baja Tensión, de tipo auto soportado con hermeticidad IP-55; que porta un interruptor termomagnético de 3 x 1250 A, 690 V de 65 kA (480 V), tipo regulable, instrumentos de medición e interruptores secundarios de salida; constituido como un modulo de control para el accionamiento del interruptor.

1.6 Descripción del Proyecto

En concordancia con el rubro anterior, el Proyecto presenta las siguientes características:

a) Línea Primaria:

- Tensión nominal : 22,9 kV.
- Frecuencia : 60 Hz.
- Sistema adoptado : Trifásico, 1 terna con 3 conductores, aéreo y radial.
- Tipo de conductores : De 50 mm² de sección, cableado y desnudo; de aleación de aluminio 6201.
- Longitud : 5,39 Km. (desde el punto de diseño).
- Tipo de postes : De concreto armado centrifugado.
 - De 13m/300Kg/180mm/375mm.
 - De 13m/400Kg/180mm/375mm.

- Crucetas y ménsulas De concreto armado vibrado.
 - Cruceta tipo Z/1,50m/400Kg/210mm.
 - Ménsula tipo M/1,00m/250Kg/210mm.
- Aisladores De porcelana y poliméricos de las siguientes características:
 - Pin, de porcelana Clase ANSI 56-3.
 - Suspensión, polimérico Cl. EPCI-25kV.
- Protección Ante fallas de carácter eléctrico debidas a condiciones anormales de operatividad, se protegerá con Interruptor tipo Recloser, para uso a la intemperie de accionamiento bajo carga, puestas a tierra tipo varilla, pararrayos tipo autovalvular y cortacircuitos fusible tipo Cut - Out, con fusible K50 A.
- Soporte de Trafomix De concreto, tipo biposte (servirá también como soporte del sistema de protección con recloser).
- Ferreterías De acero galvanizado por inmersión, conforme a la Norma ASTM A 90.
- Conexión con red exist. En la estructura Punto de Diseño, en forma directa, mediante conectores tipo cuña.

b) Subestación tipo convencional de superficie – Uso exclusivo:

b1 Celdas:

Tipo	Subestación en caseta, de 5,50 x 4,00 m ²
Celda de Llegada	En 22,9 kV, tipo auto soportado para instalación interior, con hermeticidad IP-55, equipada con un interruptor tripolar en vacío de 630 A, 24 kV y 6 kA, tipo autónomo, Relés de protección multifuncional para fallas a tierra y sobrecorriente fase fase (incluye transformadores de corriente y sistema de calibración y maniobra con puerto RS485).

- Celda de Salida : Que alberga un tablero general para control, medición y protección en Baja Tensión, de tipo auto soportado con hermeticidad IP-55; con interruptor termomagnético de 3 x 1250 A, 690 V de 65 kA (480 V), tipo regulable, instrumentos de medición e interruptores secundarios de salida; constituido por un modulo de control para el accionamiento del interruptor.
- Celda de transformación : Que alberga un transformador de 1000 kVA, conforme a detalles indicados mas adelante.
- Cables de BT : Del tipo NYY con aislamiento de polietileno, 0,6/1,0 kV de 2 (3-1 x 500) mm² + 3-1 x 95 mm².
- Celda de reserva : Estará provisto de la infraestructura completa de obras civiles para alojar a un transformador y juego de barras.
- Dimensiones : Conforme se muestra en los Planos del Proyecto.

b2 Características de celda de transformación:

- Alberga : Transformador de potencia para instalación interior de 1000 kVA.
- Capacidad : 1000 kVA
- Sistema : Trifásico
- Refrigeración : ONAN.
- Frecuencia : 60 Hz.
- Relación de transform. : 22,9/0,48-0,28 kV.
- Grupo de conexión : Dyn5
- Regulación : En A.T. +/- 5 x 2.5 %.
- Altura de trabajo : 1000 m.s.n.m. (altitud normada).
- Equipo de protección : Conformado por los siguientes equipos:
 - Fusibles limitadores de corriente de 24 kV y capacidad de 63 A.

c) Seccionamiento y Sistema de Protección

- Sistema de Protección Que consta de equipos de protección y maniobra con Interruptor tipo Recloser de accionamiento bajo carga equipado con transformadores de corriente tipo toroidal de M.T., seccionadores fusibles tipo Cut Out y pararrayos tipo autoválvula de óxido de zinc.

d) Sistema de medición

- Tipo El sistema de medición se instalará en la estructura de concreto en biposte tipo aérea.
La disposición y ubicación en la referida estructura es como se muestra en las láminas del Proyecto.
- Trafomix Con 3 bobinados de tensión y 3 de corriente; uso exterior, con aisladores de porcelana sobre la tapa; tipo ONAN;
- Bobinados - Trafomix De las siguientes características
 Bobinado de Tensión
 - * Potencia de 3 x 50 VA
 - * Relación de 22,9/0,22 kV
 - * Clase de precisión 0,2
 - * Conexión en estrella
 Bobinado de Corriente
 - * Potencia de 3 x 30 VA
 - * Relación de 10-20-30/5 A
 - * Clase de precisión 0,2
 - * Conexión en estrella
- Medición Con toma de data en Media Tensión y reflejado a través del trafomix para la lectura en Baja Tensión, en el medidor electrónico.

- Medidor : Tipo electrónico 3Ø - A1R LQ+, con puerto RS485 o similar para telemedición, 4 hilos, clase de precisión 0,2; para operar a 220 V y 5 A.
El medidor se instalará dentro de una caja portamedidor tipo “LTM”, montado en murete de concreto.
- Cables de control : De Cu. con forro tipo NLT, de secciones 3 x 2,5 + 3 x 4 mm².
- Protección : Conformado por los siguientes equipos:
 - Cortacircuito fusible unipolar de 27 kV, 200 A, 150kV BIL y fusibles K – 50A.
 - Puestas a Tierra con varilla tipo Copperweld.
 - Pararrayos autoválvula de óxido de metálico (OZn); de 21 kV, MCOV 17,0 kV (fase-tierra), 10 kA; para tensión de operación de 22,9 kV.

e) Cableado en media tensión – Trafomix y Sistema de Protección

- Tipo de conductor : Cobre cableado, desnudo, temple duro; de 35 mm².
- Tipo de cable : Cable de cobre N2XSJ, de 50 mm², para 18/30 kV, que se instalarán con terminaciones termocontraíbles.

1.6.1 Suministro de Energía Eléctrica

Conforme a la Factibilidad de Suministro y Fijación de Punto de Diseño, la Línea Primaria en 22,9 kV se alimentará desde la última estructura existente de la Troncal JAE-201, con energía proveniente del Centro de Transformación Jaén.

1.7 Cargas consideradas

Para propósitos de efectuar el desarrollo del Mercado Eléctrico respectivo, se han consignado las características de las cargas eléctricas de la Estación de Bombeo N° 7; y luego con una proyección tipo escalonada, se define para un horizonte de 21 años.

1.8 Demanda Máxima

De acuerdo al numeral anterior, las cargas consignadas son las que se tienen identificadas a la fecha; y en base a éste listado se procederá a la evaluación de la Demanda Máxima.

Se plantea como el horizonte para desarrollar el Estudio de Mercado Eléctrico en 21 años; siendo el año 1 el período de construcción y equipamiento del Proyecto.

En el presente Informe de Suficiencia, se considera al Proyecto del Sistema de Utilización para el suministro de energía a la Estación de Bombeo N° 07 del Oleoducto Norperuano de Petroperú S.A. con una demanda máxima proyectada de 792 kW.

Se incluye detalle de la evaluación del Estudio de Mercado Eléctrico proyectado, conforme a estas pautas (ver Anexo A).

1.9 Instalaciones existentes

Seguidamente se describirá brevemente las instalaciones existentes de las cargas consideradas, indicando sus características básicas que guardan relación con el presente Informe de Ingeniería (potencia, máxima demanda, nivel de tensión, estado actual, etc.).

1.9.1 Instalaciones existentes - Estación de Bombeo N° 07

La Estación de Bombeo N° 7 del Oleoducto Norperuano de Petroperú S.A. constituye la carga industrial de mayor importancia a abastecer de energía eléctrica y sustento principal del presente Proyecto; cuenta actualmente con generación térmica para abastecer a la refinería de petróleo, talleres, habitaciones de campamento, el hospital y servicio de emergencia (contra incendio), de las siguientes características:

- 01 central térmica con turbina de gas, de 1100 kW de potencia nominal, a 480 V - 3Ø, 60 Hz, 1800 r.p.m. y factor de potencia de 0,8 en atraso.
- 01 grupo electrógeno Diesel de 450 kW de potencia nominal, a 480 V, 3Ø, frecuencia de 60 Hz, 1800 r.p.m. y factor de potencia de 0,8 en atraso.
- 02 grupos electrógenos Diesel de 135 kW de potencia nominal c/u, tensión 480 V, 3Ø, 60 Hz, 1800 r.p.m. y factor de potencia de 0,8 en atraso.
- 02 casas de máquinas, que albergan a la central térmica y demás grupos electrógenos.
- 01 transformador de potencia de 160 kVA, tipo ONAN, 3Ø, con relación de transformación 480/380 - 231 V, grupo Dyn5, altitud 1,000 m.s.n.m.

- 01 tablero general de distribución y mando en baja tensión, a la tensión de 480 - 277 V e intensidad de corriente de 4000 A.
- Total generación térmica instalada : 1820 kW
- Máxima demanda actual : 500 kW
- Potencia instalada actual : 700 kW (equipos y motores)
- El estado actual de la totalidad de las instalaciones electromecánicas existentes en la Estación de Bombeo N° 07 del Oleoducto Norperuano de propiedad de Petroperu S.A., se encuentran operativas y en buen estado de conservación. y se cumple adecuadamente con sus programas de mantenimiento preventivo.

1.10 Bases de cálculo

Las Normas aplicables a las cuales se ciñe el diseño electromecánico, el suministro de materiales y equipos; y el montaje electromecánico para el presente Proyecto, están dados por el Ministerio de Energía y Minas.

Asimismo, se aplicará lo estipulado en la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, el Código Nacional de Electricidad – Suministro y el Código Nacional de Electricidad – Utilización y las Normas Técnicas del ministerio de Energía y Minas, que tratan sobre el particular; y se considera los parámetros básicos siguientes:

- Zona del Proyecto : Tipo Semi-Rural.
- Máxima caída de tensión : 5 % (caída de tensión permisible)
- Factor de Potencia : 0,8 (Inductivo).

1.11 Condiciones ambientales

- Criterios:
 - Sobretensiones atmosféricas
 - Sobretensiones a frecuencia industrial en seco
 - Contaminación ambiental
- Topografía : No uniforme, pendientes moderadas.
- Clima : Cálido en verano y lluvioso en invierno.
- Velocidad del viento : 70,2 Km/hora (CNE-S Tabla 250-1.A)
- Temperatura mínima : 10° C
- Temperatura máxima : 40° C
- Altitud promedio : 450 m.s.n.m.
- Precipitación pluvial : Moderada.

1.12 Servidumbre

La Línea Primaria en 22,9 kV ha sido proyectada recorriendo y cruzando terrenos de terceros, por lo que se requiere efectuar sus gestiones de Autorización de Servidumbre.

En consecuencia, todos los derechos de servidumbre y la autorización para la instalación de las estructuras y tendido de conductores de los tramos de Línea Primaria que crucen o pasen por terrenos de terceros serán tramitados y cancelados por los interesados, durante la ejecución del Proyecto.

Se seguirá los procedimientos que se señalan en la Norma DGE 025-P-1/1988 "Norma sobre Imposición de Servidumbre" y el Código Nacional de Electricidad – Suministro.

En forma paralela se gestionará el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) ante el Instituto Nacional de Cultura (I.N.C.) de los Departamentos de Amazonas y Cajamarca, para la Línea Primaria; con el objeto de agilizar los trámites pertinentes.

1.13 Disposiciones finales

Para la ejecución de las obras, en caso de existir discrepancias en el Proyecto, deberá de tomarse las siguientes prioridades:

- Que los Planos tienen prioridad sobre las Especificaciones Técnicas.
- Que las Especificaciones Técnicas tienen prioridad sobre la Memoria Descriptiva.

1.14 Planos y Láminas

El Informe de Suficiencia está constituido por los Planos cuya relación se indica en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Relación de Planos

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	ESCALA
SU – 01	Trazo de la Línea Primaria en 22,9 kV	1 : 40000
SU – 02	Subestación en Caseta – 1000 kVA	Indicada
SU – 03	Recorrido Línea Primaria en 22,9 kV	1 : 10000

Así mismo, conforman parte del Informe de Suficiencia las Láminas correspondientes a los tipos de estructuras utilizadas.

1.15 Distancias de Seguridad a Estructuras y Conexos

Conforme al Código Nacional de Electricidad – Suministro, según se detalla en la Tabla 234-1 y conexos (distancias verticales, horizontales, en zonas de accesibilidad y no accesibilidad a peatones, etc.).

1.16 Distancias de Seguridad entre Grifos y las Redes Aéreas

Actualmente por las vías donde recorrerá la Línea Primaria materia al presente Estudio no existen locales de expendio de combustibles; sin embargo, en cumplimiento a las Normas Técnicas de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, al aperturarse locales de este tipo se tendrá en consideración las distancias mínimas de seguridad respecto a las redes aéreas:

- En cuanto a la instalación de subestaciones de suministro eléctrico deberán estar a una distancia no menor de 25 m de las estaciones de servicio o grifos o consumidor directo, medidos del lindero más cercano; y a 50 m de las estaciones de servicio o grifos o consumidor directo, en caso se ubique en su recorrido cualquier construcción destinado o con proyecto aprobado por la Municipalidad del lugar para Centros Educativos, Mercados, Hospitales, Clínicas, Iglesias, Teatros, Cines u otros de espectáculos públicos – Regla 127 CNE-S.
- Cuando se tenga que instalar líneas aéreas cerca de los surtidores o tanques de combustibles de estaciones de servicio y puestos de venta de combustibles (grifos), las líneas deben instalarse a distancias (horizontales) mayores a los 20 m del surtidor o tanque que esté más cercano a la línea.
- Cuando no haya espacio para su instalación, estas líneas aéreas deberán ser sustituidas por líneas subterráneas (cables subterráneos), instaladas 20 m antes y después de los límites del lindero de la estación de servicio o puesto de venta de combustibles de los surtidores y/o linderos del local de expendio de combustible a las redes eléctricas tipo aéreas – Norma 219.A.3 CNE-S.
- En zonas urbanas calificadas como industrial o comercial, se exigirá una distancia mínima de seguridad de 100 (cien) metros de las estaciones y subestaciones eléctricas medidos desde el lindero más cercano a la estación de servicio o grifo.
- Para los locales de expendio de gas licuado de petróleo, se exigirá una distancia mínima horizontal de 20 (veinte) metros entre los puntos más

próximos de las proyecciones verticales, para locales con capacidad de almacenamiento hasta 5,000 Kg. y de 30 (treinta) metros, para locales con capacidad de almacenamiento mayores a 5,000 Kg.; considerando una tensión de servicio mayor a 15 kV.

- Aparte del cumplimiento de las prescripciones exigidas por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas; conforme al Código Nacional de Electricidad – Utilización (CNE-U); para el normal funcionamiento de los locales de expendio de combustibles y similares, deberán cumplir con los requerimientos generales establecidos: (a) Puestos de venta de combustibles y estaciones de servicio, Reglas 120-002 hasta 120-014; (b) Establecimientos de venta de gas propano, llenado de tanques y almacenamiento, Reglas 120-030 hasta 120-042 (c) Estaciones de recarga, compresión y almacenamiento de gas natural comprimido; Reglas 120-060 hasta 120-072. De lo contrario, no se autorizará su funcionamiento.

1.17 Distancias de Seguridad con redes de Telecomunicaciones

La separación entre las redes eléctricas materia del presente Proyecto y las redes aéreas de telecomunicaciones, telefonía y afines que existan en la zona del Proyecto, deberá cumplir en todo su recorrido con las distancias mínimas de seguridad que exige el CNE-S (los cruzamientos entre las redes de telecomunicaciones y las redes eléctricas deberán tener una distancia no menor de 1,8 m.; y en lo posible se evitará el paralelismo entre ellas). En caso no existieran, cuando se construyan, deberá cumplirse con lo antedicho.

Estas distancias de seguridad, también se deberán de tomar en cuenta cuando se trata de redes eléctricas materia del presente Proyecto y redes de servicio de cable o similares.

Cumpliendo las distancias de seguridad que se indican; puede haber en un mismo soporte redes eléctricas y de telecomunicaciones.

1.18 Cumplimiento de Normas de Medio Ambiente

Los suministros de materiales y equipos electromecánicos deberán cumplir con las exigencias vigentes conforme a las Normas Técnicas de Medio Ambiente y Calidad.

Por tanto, deberá de consignarse los componentes relevantes de los correspondientes suministros, susceptibles de cambios a través del tiempo, donde

se indicará el grado de afectación del medio ambiente; los mismos, que deberán estar dentro de los parámetros permisibles; así mismo, se deberá garantizar que no se producirán modificaciones de este nivel a través del tiempo y durante la operación continua y vida útil del insumo.

Para lo cual, de ser necesario se someterán los referidos equipos a las pruebas pertinentes y en los períodos que la Empresa Concesionaria estime por conveniente).

1.19 Financiamiento

La ejecución de las Obras materia del presente Proyecto, se llevará a cabo con el aporte de los interesados y compromisos establecidos con la Empresa Concesionaria de Servicios Públicos de Electricidad y el Ministerio de Energía y minas; siguiendo los procedimientos que se indican en los Art. N° 83 y 84 de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y los Art. 166 y 167 de su Reglamento.

1.20 Normas Técnicas

Las Normas Técnicas que sustentan el presente Proyecto Eléctrico son el Código Nacional de Electricidad – Suministro (CNE-S) y el Código Nacional de Electricidad – Utilización (CNE-U); así como también las Normas Técnicas vigentes del Ministerio de Energía y Minas (DGE, DGH y DEP).

Respecto a los procedimientos para la elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Utilización en Media Tensión:

- Norma “Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zona de Concesión de Distribución”, aprobado con R.D. N° 018-2002-EM/DGE.

Así mismo; para justificar las características técnicas particulares más relevantes y específicas de los suministros, se tendrá en cuenta las Normas:

Para postes y accesorios de concreto:

- INDECOPI NTP 339.027: Postes y accesorios de concreto armado para Líneas Aéreas.
- DGE 015-PD-01: Normas de Postes, crucetas, ménsulas, de madera y concreto para Red de Distribución.

Para conductores y cables:

- ASTM B398: Aluminium Alloy 6201-T81 Wire For Electrical Purpose.
- ASTM B399: Concentric Lay Stranded Aluminium Alloy 6201-T81 Conductors.

- IEC 61089: Round Wire Concentric Lay Overhead Electrical Stranded Conductors.
- IEC 6104: Aluminium Magnesium-Silicon Alloy Wire For Overhead Line Conductors.
- INDECOPI NTP 370.043: Conductores de cobre, temple duro - secciones en unidades milimétricas.
- INDECOPI NTP 370.0042: Conductores de cobre, temple recocido - secciones en unidades milimétricas.

Para aisladores tipo pín y tipo suspensión:

- ANSI C.29.1: American National Standard Test Methods For Electrical Power Insulators.
- ANSI C29.6: American National Standard for Wet-Process Porcelain Insulators (High-Voltage Pin Type).
- ANSI C29.11: American National Standard for Composite Suspension Insulators For Overhead Transmission Lines Tests
- IEC 1109: Composite Insulators for A. C. Overhead Lines with a Nominal Voltage Greater than 1000V – Definitions, Test Methods and Acceptance Criteria
- ASTM A153: Specification for Zinc Coating (Hot Dip) On Iron And Steel Hardware.
- IEC 815: Guide For Selection Of Insulators In Respect Of Polluted Conditions.

Para accesorios de aisladores tipo pín y tipo suspensión:

- ANSI C 135.17: American National Standard For Galvanized Ferrous Bolt-Type Insulator Pins With Lead Threads For Overhead Line Construction.
- ANSI C 135.22: American National Standard For Galvanized Ferrous Pole-Top Insulator Pins With Leads Threads For Overhead Line Construction.
- ASTM A 153: Zinc Coating (Hot Dip) On Iron and Steel Hardware.
- UNE 21-158-90: Coat.Ng (Hot Dip) On Iron and Steel Hardware

Para tableros de distribución:

- IEC 947-2 e IEC 898: Para interruptores termomagnéticos.
- IEC 144: Para grados de protección.
- IEC 408: Para bases portafusibles.
- IEC 158-1 y 158-1A: Para contactor electromagnético.

- NMP 006-97: Para medidores de energía
- NMP 007-97: Para medidores de energía.
- IEC 62052-11: Electricity metering equipment (AC) - General requirements, tests and test conditions - Part 11: Metering equipment
- IEC 62053-22: Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares. Parte N° 22: Contadores estáticos de energía activa (clases 0,2 y 0,5).

Para material de puesta a tierra:

- UNE 21-056: Electrodo de Puesta a Tierra.
- INDECOPI NTP 370.042: Conductores de Cobre Recocido para el uso eléctrico.
- INDECOPI NTP 370.251.2003: Conductores Eléctricos. Cables para Líneas Aéreas (Desnudos y Protegidos) y Puestas A Tierra.
- ANSI C135.14: Staples with rolled of slash points for overhead Line Construction.
- ASTM B 228-88: Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copperclad Steel Conductors

Para seccionadores tipo Cut Out y fusibles:

- ANSI C-37.42: American National Standard For Switchgear - Distribution Cut Outs And Fuse Links Specifications.
- ANSI C37.40: American National Standard Service Conditions and Definitions for High Voltage Fuses, Distribution Enclosed Single-Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches & Accessories.
- ANSI C37.41: American National Standard For Design for High-Voltage Fuses, Distribution Enclosed Single-Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches, and Accessories (includes supplements)

Para pararrayos:

- IEC 60099-1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems
- IEC 60099-3: Artificial pollution testing of surge arresters
- IEC 60099-4 : Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

Para transformadores de distribución:

- INDECOPI NTP 370.002 Transformadores de Potencia.
- IEC 60076: Power Transformers.
- IEC 354: Capacidad de Sobrecarga.

Para cables de acero y accesorios – retenidas:

- ASTM A 475: Standard Specification For Zinc-Coated Steel Wire Strand.
- ASTM A 7: Forged Steel.
- ASTM A 90: Standard Test Method For Weight Of Coating On Zinc - Coated (Galvanized) Iron Or Steel Articles.
- ANSI A 153: Zinc Coating (Hot Dip) On Iron And Steel Hardware.
- ANSI C 135.2: American National Standard For Threaded Zinc-Coated Ferrous Strand-Eye Anchor And Nuts For Overhead Line Construction.
- ANSI C 135.3: American National Standard For Zinc Coated Ferrous Lag Screws For Pole And Transmission Line Construction
- ANSI C 135.4: American National Standard For Galvanized Ferrous Eyebolts And Nuts For Overhead Line Construction
- ANSI C135.5: American National Standard For Zinc-Coated Ferrous Eyenuts And Eyebolts For Overhead Line Construction

Para material eléctrico accesorio

- ANSI C 135.3: American National Standard For Zinc Coated Ferrous Lag Screws For Pole And Transmission Line Construction.
- ASTM A 7: Forged Steel.
- ANSI C 135.2: American National Standard For Threaded Zinc-Coated Ferrous Strand-Eye Anchor And Nuts For Overhead Line Construction.
- ANSI A 153: Zinc Coating (Hot Dip) On Iron And Steel Hardware.
- ANSI C 135.4: American National Standard For Galvanized Ferrous Eyebolts And Nuts For Overhead Line Construction.
- ANSI C135.5: American National Standard For Zinc-Coated Ferrous Eyenuts And Eyebolts For Overhead Line Construction.
- ASTM A153 / A 153M: Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
- UNE 21-159: Elementos de Fijación y Empalme para Conductores y Cables de Tierra de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- IEC 61897: Requirements and Test for Stockbridge type Aeolian Vibration Dampers.

Para pernos, tuercas y materiales de acero galvanizado:

- ASTM A 90: Standard Test Method For Weight Of Coating On Zinc - Coated (Galvanized) Iron Or Steel Articles (mínimo 100 micras de e.p.).
- ANSI C B18.2.2-1972: American National Standard for Square and Hex Bolt and Screws; Inch Series.
- ANSI B18.2.1-1981: American National Standard for Nuts For Overhead Line Construction; Inch Series.

Para seccionadores tipo Cut Out y fusibles:

- ANSI C-37.42: American National Standard for Switchgear - Distribution Cut Outs And Fuse Links Specifications.
- ANSI C37.40: American National Standard Service Conditions and Definitions for High Voltage Fuses, Distribution Enclosed Single-Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches & Accessories.
- ANSI C37.41: American National Standard For Design for High-Voltage Fuses, Distribution Enclosed Single-Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches, and Accessories (includes supplements).

CAPÍTULO II ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS

2.1 Introducción

En principio, son válidas las Especificaciones de Suministro de Materiales que se prescriben en las Normas Técnicas del Ministerio de Energía y Minas; y con el propósito de no efectuar duplicidad sobre el particular, en el presente Capítulo solo se indicarán las Especificaciones Particulares de suministros y/o características de carácter relevante, que permita la debida adquisición de acuerdo a lo requerido.

En caso de los Suministros de la Subestación en Caseta (parte Civil), también son válidas las Especificaciones que consignan las normas pertinentes del Ministerio de Energía y Minas.

2.2 Generalidades

Para efectos de simplificar los procesos de adquisiciones, el Supervisor de Obra podrá considerar las siguientes pautas que se correlacionan con las Especificaciones Técnicas de Suministros:

- Todos los suministros deberán ser sometidos a sus correspondientes pruebas del lote a adquirir, conforme a las Normas Técnicas vigentes; cuyos resultados deberán encontrarse dentro de los permisibles para ser admitidos como aptos; el costo de las pruebas estará incluido en el precio cotizado: Sin embargo, también podrá disponer las siguientes alternativas.
- Si a criterio del Supervisor de Obra (ya sea por lo pequeño o poco relevante del lote a adquirir), se podrá solicitar al proveedor o fabricante mínimamente que presenten los Protocolos y Pruebas en fábrica, en original o copias certificadas; con resultados conforme a lo requerido para ser admitidos como aptos. El propietario se reservará el derecho de verificar la autenticidad de referidos Protocolos.

- Todos los suministros deben cumplir con las prescripciones técnicas de las Normas de Medio Ambiente y Calidad; en especial en lo que concierne a la naturaleza molecular de los mismos, que se deberán de encontrar dentro de los estándares internacionales permisibles, durante la vida útil del insumo. Sin embargo, si a criterio del Supervisor de Obra y en forma relevante se requiriera la certificación necesaria sobre el particular, de algún suministro en particular, la podrá solicitar por escrito.

2.3 Postes

Los postes serán troncocónicos de secciones anulares, de concreto armado centrifugado; su acabado exterior terminado deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y escoriaciones. El recubrimiento de las varillas de acero (armadura) deberá tener 25 mm. como mínimo.

Tendrá impreso en bajo relieve, la marca del fabricante, año de fabricación, carga de trabajo y su longitud total a 3 m. por encima de la base.

2.3.1 Características Técnicas

Los postes deberán tener las siguientes características:

Longitud	(m)	13	13
Diámetro del vértice	(mm)	180	180
- Diámetro de la base	(mm)	375	375
Carga trabajo en la punta	(Kg)	300	400
Peso	(Kg)	1300	1340
Coeficiente de seguridad		2	2
Garantía de Fabricación (años)		10	10

2.3.2 Protección y acabado de postes de concreto

Para garantizar la protección de las varillas de acero y elementos metálicos (armadura) que contienen en su parte interior y evitar su deterioro por ataques de la humedad, los hongos, los ácidos, ambiente salitroso, agentes externos del intemperismo y/o corrosión, la superficie exterior de los postes se deberá cubrir totalmente con inhibidores de la corrosión y selladores tipo impermeabilizantes de reconocida calidad.

Estos selladores e inhibidores de la corrosión deberán emplearse según los procedimientos, aditamentos y cantidades que especifican los fabricantes en sus Catálogos Técnicos (mínimo dos capas); serán aplicados de preferencia por los mismos fabricantes de los postes y dentro de sus instalaciones, al final de su proceso de fabricación; y se deberá observar su adecuado secado, antes de efectuar el Protocolo de Inspección y Pruebas en fábrica.

2.4 Accesorios de concreto

Se utilizarán accesorios de concreto armado y vibrado para embonar en los postes de concreto de 13 m., que se señalan en el numeral 2.3; por tanto sus especificaciones serán concordantes a estas características particulares

Toda la superficie externa será homogénea y sin fisuras, el recubrimiento con mezcla de concreto deberá ser de 10 mm. como mínimo y deberá ser totalmente recubierto con selladores de reconocida calidad, de tal forma que no exista la posibilidad de ingreso de humedad hasta sus armaduras metálicas

2.4.1 Cruceta tipo simétrica de concreto armado vibrado

Serán del tipo simétricas, de Z/1,50/400 que define una separación entre ejes de aislador de 1,50 m. y una carga de trabajo de 400 kg. en el sentido de la línea.

Tendrán las siguientes características:

Longitud total	1,70 m.
Longitud entre ejes de aislador	1,50 m.
Carga de trabajo transversal	400 Kg.
Carga de trabajo longitudinal	400 Kg.
Carga de trabajo vertical	300 Kg.
Diámetro de embone	200-220 mm.
Peso Aproximado	65 Kg.
Coeficiente de seguridad	2

2.4.2 Cruceta tipo asimétrica de concreto armado vibrado

Serán denominadas como Za/1,50m/250Kg, que define su embone en un eje asimétrico; de 1,50 m. de longitud total y una carga transversal de trabajo de 250 Kg. en su eje transversal; de sección rectangular.

Tendrá chaflanes contruidos a distancias a partir del extremo más largo de 0,10m + 0,40m + 0,90m; sus características particulares serán las siguientes:

- Longitud total : 1,50 m.
- Longitud efectiva de aplicación : 1,40 m.
- Carga de trabajo transversal : 250 Kg.
- Carga de trabajo longitudinal : 300 Kg.
- Carga de trabajo vertical : 250 Kg.
- Diámetro de embone : 210-230 mm.
- Sección transversal : 0,10 m x 0,10 m.
- Peso Aproximado : 51 Kg.
- Coeficiente de seguridad : 2

2.4.3 Ménsula de concreto armado vibrado

Serán del tipo M/1,00/250 que define una separación entre aislador - eje de poste de 1,00 m. y una carga de trabajo de 250 Kg. en el sentido de la línea; con las siguientes características:

- Longitud total : 1,25 m.
- Longitud eje poste – eje aislador : 1,00 m.
- Carga de trabajo transversal : 250 Kg.
- Carga de trabajo longitudinal : 300 Kg.
- Carga de trabajo vertical : 250 Kg.
- Diámetro de embone : 200-220 mm.
- Peso Aproximado : 32 Kg.
- Coeficiente de seguridad : 2

2.4.4 Media palomilla de concreto armado vibrado

Serán del tipo Pa/1,50m/250Kg, que define su embone a un extremo de ésta; de 1,60 m. de longitud total; y una carga transversal de trabajo de 250 Kg. en el sentido de la línea; de sección rectangular y con chaflán, con separaciones a partir del extremo de 0,10m + 0,50m + 0,50m; sus características particulares serán las siguientes:

- Longitud total	:	1,65 m.
- Longitud eje de poste y borde	:	1,50 m.
- Carga de trabajo transversal	:	250 Kg.
- Carga de trabajo longitudinal	:	300 Kg.
- Carga de trabajo vertical	:	250 Kg.
- Diámetro de embone	:	200-220 mm.
- Sección transversal	:	0,10 m x 0,10 m.
- Peso Aproximado	:	53 Kg.
- Coeficiente de seguridad	:	2

2.4.5 Media loza de concreto armado vibrado

Es un componente de la estructura de concreto tipo SAB; por lo que para su montaje será ensamblado a su pareja correspondiente y asegurado con platinas de AoGo. que se ajustan con pernos y tuercas.

Serán diseñados con agujero para embonar en poste de 13/400, con capacidad de carga de 1000 Kg. (ensamblado debidamente y previsto para SAB); y deberá tener las siguientes características:

- Designación	:	MI/1,10m.
- Longitud total	:	1,30 m.
- Longitud eje poste – borde	:	1,10 m.
- Altura total	:	0,30 m.
- Ancho de losa (máximo)	:	0,60 m.
- Ancho perfil - soporte (mínimo)	:	0,10 m.
- Diámetro interior de embone	:	0,25 m.
- Diámetro exterior de embone	:	0,36 m.
- Espesor mínimo de losa	:	0,05 m.
- Carga de trabajo vertical	:	1000 Kg. (ensamblado para SAB)
- Carga de trabajo transversal	:	1000 Kg. (ensamblado para SAB)
- Peso Aproximado	:	86 Kg
- Coeficiente de seguridad	:	2

2.5 Conductores y Cables

Se emplearán conductores tipo AAAC-6201, de aluminio tipo grado eléctrico, de cobre tipo duro y recocido; y cables de energía tipo NYY de 0,6/1 kV y tipo N2XSY de 18/30 kV.

2.5.1 Características constructivas - Conductores de Aluminio

Los conductores de aleación de aluminio y de aluminio tipo grado eléctrico deberán tener las siguientes características:

Sección (mm ²)	50	6
Material (conductor)	AAAC	Al.
Tipo	6201	Gr/Eléct.
Hilos del conductor	7	1
Ø nominal hilos (mm)	3,02	2,76
Ø nominal externo (mm)	9,10	2,76
Carga rotura mínima (kN)	14,01	0,704
Peso total (Kg/Km)	137,0	16,22
Resistencia a 20 °C (Ω/Km)	0,663	4,775
Capacidad de corriente (A)	195	57
Chaqueta exterior	Desnudo	Desnudo
Temple	Duro	Semi duro

2.5.2 Características constructivas - Conductores de Cobre

Los conductores de cobre deberán tener las siguientes características:

Sección (mm ²)	35	35	35
Hilos del conductor	7	7	7
Ø nominal hilos (mm)	2,52	2,52	2,52
Ø nominal externo	7,56	7,56	7,56
Carga rotura mín. (kN)	8,55	13,6	13,6
Peso total (Kg/Km)	310	310	349
Resist. a 20 °C (Ω/Km)	0,51	0,53	0,53

Capacidad de corr. (A)	231	227	195
Chaqueta exterior	S/Ch.	S/Ch.	CPI (WP)
Temple	Recocido	Duro	Duro

2.5.3 Conductor de amarre

Será de aluminio Grado Eléctrico, desnudo, de 6 mm² de sección, tipo sólido, semi duro, cuyas características se indican en el numeral 2.5.1.

2.5.4 Conductor de puesta a tierra

El conexionado de las puestas a tierra se efectuará con conductor de cobre electrolítico de 99.9% de pureza, de conductibilidad 96.16% IACS (mínimo), de 35 mm² de sección, cableado concéntricamente.

En los casos requeridos se podrá utilizar el conductor de cobre de 35 mm² de sección con aislamiento tipo PCI (WP).

2.5.5 Cables de energía de Baja Tensión

Se utilizarán para el conexionado en baja tensión y serán conforme a la capacidad de corriente requerida en concordancia con la capacidad nominal del transformador de potencia; que deberá como doble terna para el conexionado entre fases. Sus características técnicas particulares serán las siguientes:

Aplicación S.E.	3Ø con 3 Fases + Neutro		
- Tensión de operación B.T.:	480 V (entre Fases)		
Corriente requerida (A)	1202,81 A (nominal – entre Fases).		
Tipo	NYY – 0,6 / 1 kV		
Configuración	3 Fases	+	1 Neutro
Configuración de cables	Paralelos		Paralelos
Colores	2 (R–B–N)	+	3 N
Sección (mm ²)	2(3 – 1 x 500)	+	3 -1 x 95
Tensión (kV)	0,6/1		0,6/1
Forma de conductores	rm		rm
Temple de conductor	Recocido		Recocido
Nº hilos/cond.	1x61		1x61

Temp. de operación °C	80	80
Intensidad Corriente (A)	623 (2 Ternas)	795 (3 Hilos)
Instalación	Ducto - Subt.	Ducto - Subt.
Espesor aislam. (mm)	2,8	1,6
Espesor cubierta (mm)	2,2	1,6
Dimens. Exterior. (mm)	2(38,2 x 115)	18,7 x 56
Resistencia 20° (Ω /Km)	0,036	0,193
Peso (Km/Km)	15715	1331

2.5.6 Cables de energía de 18/30 kV

Sus características técnicas particulares serán las siguientes:

Tipo	N2XSY
Configuración	3 Fases
Configuración de cables	Paralelos
Colores	Rojo
Sección (mm ²)	3 – 1 x 50
Tensión (kV)	18/30
Material del conductor	Cobre
Temple de conductor	Recocido
Nº hilos/cond.	1x19
Temp. de operación °C	90
Intensidad Corriente (A)	226
Instalación	Al aire - Subt.
Espesor aislam. (mm)	8,0
Espesor cubierta (mm)	2,0
Dimens. Exterior. (mm)	31,9 Ø – 1 Cable
Resistencia 90° (Ω /Km)	0,494
React. inductiva (Ω /Km)	0,1711 (instalado juntos)
Peso (Km/Km)	3 x 1351

2.5.7 Garantía de Calidad Técnica

La garantía de calidad técnica (entendida como la obligatoriedad de reposición del material por fallas atribuibles al diseño o al proceso de fabricación), será por un periodo 2 años, contados a partir de la fecha de la recepción en los almacenes.

2.6 Aisladores y accesorios

En concordancia con las características del nivel de tensión del presente Proyecto y el grado de contaminación de la zona, se utilizarán los siguientes tipos de aisladores:

- De porcelana tipo espiga o pín.
- Del tipo polimérico para armados de suspensión, ángulo o anclaje.

2.6.1 Aisladores tipo PIN

Deberán satisfacer los requerimientos de la normas IEC N° 383 y EEI ANSI C29.5-1975, ANSI C29.1-1976; serán de porcelana procesado en húmedo, con acabado vidriado de color castaño - Clase ANSI 56-3.

2.6.2 Espiga soporte de aislador tipo PÍN (de porcelana Clase ANSI 56-3)

La espiga soporte del aislador tipo pín Clase ANSI 56-3 tendrá las siguientes características:

- Fabricado de material acero tipo SAE 1020; forjado en una sola pieza y galvanizado en caliente.
- Tendrá una longitud total de 407 mm., con 229 mm. x Ø 28,6 mm. en su parte superior y 178 mm. x Ø 19 mm. en su base (para punta de poste y para cruceta o ménsula). La parte superior terminará en la zona de empotramiento, que tendrá un diámetro mayor de 51 mm. y será de sección cónica, a partir de ésta zona se iniciará la base, hasta donde deberá de introducirse y ajustarse la espiga soporte.
- Con cabeza roscada de plomo para aplicar el aislador, conforme a la norma ASA C.29.6, de 54 mm. de longitud x 35 mm. de diámetro.
- Será diseñado para soportar un esfuerzo mecánico de 550 Kgf.
- Para su debida instalación deberá portar tuerca y contratuerca + 2 arandelas planas de AoGo.; las que serán fabricadas en acero SAE 1020.

2.6.3 Aisladores es tipo suspensión (poliméricos)

La zona donde se ubica el presente Proyecto tiene una polución de medio ambiente bastante moderado, con precipitaciones fluviales de carácter estacional; entonces es factible el uso de aisladores poliméricos en las estructuras de ángulo y anclaje; estos tendrán una estructura compacta que no se fragmentan fácilmente; y deberán de satisfacer loas requerimientos de las normas Nos. IEC 1109 1992-03, ASTM D2303, IEEE 4-95, IEC 383 y IEC 815 Clase 3; serán de material polimérico de comprobada calidad; y tendrá las siguientes características técnicas:

Tipo	EPCI - 25kV.
Material (núcleo)	Fibra de vidrio cubierto con elastómero tipo EPDM de alta tensión.
- Material (terminales)	Herrajes de acero galvanizado en caliente que se ajusta debidamente al núcleo de fibra de vidrio + inyección a alta presión de EPDM.
- Geometría	Cuerpo provisto de 4 pares de campanas (4 grandes + 3 pequeñas).
Dimensiones	458 mm x 127 mm Ø.
Longitud línea de fuga	680 mm
Tensión de descarga1	122,9 kV (mínima, en seco).
Tensión de descarga2	100 kV (mínima, bajo lluvia 60 Hz) – Horizont.
Tensión de descarga3	80 kV (mínima, bajo lluvia a 60 Hz) – Vertical.
Tensión de impulso1	200 kV (flameo crítico al impulso - Positivo).
Tensión de impulso2	222,9 kV (flameo crítico al impulso -Negativo).
Esfuerzo mecánico	70 kN
Prueba ensayo de rutina	50 kN
Peso	1,30 Kg.
Tensión operación	25 kV (nominal)
Garantías	Protocolo de Inspección y Pruebas, en fábrica; conforme a Normas Técnicas.

2.7.1 Componentes de la puesta a tierra

Cada puesta a tierra tendrá los siguientes elementos:

- Conductor de Cu. de 35 mm², cableado, desnudo, blando y/o forrado tipo CPI, duro; conforme a las especificaciones indicadas; para cada puesta a tierra se requerirá de 18 m.
- Borne de bronce encobrizado de alta conductividad eléctrica y alta resistencia a la corrosión, tipo Anderson Electric – AB; sus dimensiones totales serán 72x24x30 mm; con prisionero de bronce al silicio (DURIUM) con tuerca de presión; cantidad: 01 und.

Grapas para conectar los elementos derivados, que serán del tipo cuña Ampact, fabricados de material de apropiado, para secciones de hasta 35 mm²; cantidad: 03 und.

Electrodo, que deberá cumplir con las prescripciones del CNE-S, Reglas 034.B.4.a y 034.B.4.b; será de 16 mm. de Ø x 2,4 m de longitud, fabricado de varilla de sección circular con núcleo de acero SAE 1045 y revestida con una gruesa capa exterior de cobre electrolítico. La capa exterior de cobre electrolítico deberá tener un espesor mínimo de 2,5 mm., aplicado mediante proceso de soldadura atómica (Copperweld); y el diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la superficie de cobre y se admitirá las tolerancias + 0,2 mm y – 0,1 mm. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá las tolerancias + 5 mm y -0,05 mm.; cantidad requerida por cada puesta a tierra: 01 und.

- Para las puestas a tierra que se instalarán en la Subestación en Caseta, se utilizarán electrodos de material de cobre electrolítico,; que deberán tener las mencionadas dimensiones; cantidad requerida por cada puesta a tierra: 01 und.
- Platinas "J", que serán de cobre electrolítico de 130 x 40 x 3mm, con doblez a 100 mm y agujero de 10mm Ø; y se aplicarán en la conexión de conductor de cobre de 35 mm² de puesta a tierra a las partes metálicas no sometidas a tensión voltaica (derivación a tierra), que se ajustará a la base metálica asociada a estos; cantidad: 03 und.
- Tratamiento: Previo al aterrado de la varilla Copperweld se deberá tratar la tierra, utilizando tierra vegetal + 50 Kg. de bentonita; cantidad: 01 dosis (50 Kg.)

- Tubo de PVC-SAP para evitar el contacto directo del conductor de Cu. con el concreto de cimentación (parte inferior del poste); se usará tubo de PVC SAP de 19 mm. x 3 m. acoplado a codos de PVC-SAP; cantidad: 01 und.
- Tubo de AoGo.: La protección física del conductor de Cu. de 35 mm² de sección, cuando se instale la puesta a tierra por el exterior del poste, se hará con tubo de AoGo. de 19 mm. x 3,50 m. (ajustado con flejes de cinta tipo Band It de 19 mm. de ancho + hebillas de sujeción); cantidad: 01 cjt.
- Caja de concreto armado de forma cilíndrica, de Ø exterior mayor 396mm x 300mm de alto, y se adosará una tapa con parapeto de Ø exterior 346mm x 25mm de alto, la cual protegerá el pozo a tierra; se tendrá cuidado de colocarle un asa de AoCo. para manipulación de la tapa; ésta caja permitirá el registro de mediciones y mantenimiento adecuado de la puesta a tierra.
- Deberá tener su señalización donde se identifica a que puesta a tierra corresponde; cantidad requerida por PT: 01 cjt.

2.8 Seccionadores fusibles unipolares

Llamados también cortacircuitos fusible, que serán de tipo CUT-OUT unipolar para montaje exterior como elemento de seccionamiento y protección.

Su cuerpo será de porcelana vidriada de apertura manual con pértiga y automática al fundirse el fusible; su cierre superior será a prueba de aberturas accidentales.

Tendrán los accesorios necesarios para su fijación, aptos para palomilla o cruceta de concreto (perfiles y pernos de AoGo.).

Características técnicas

Tensión nominal	27 kV
Corriente Nominal	200 A
BIL (nivel aislamiento)	150 kV
Línea de fuga mínima	20 mm/kV (IEC 60137); considerar Vmax.
Terminales	Plateados para conductor 50 mm ²
Capacidad interrupción	8 kA
Tensión de contorno	42 kV en seco
Tensión de contorno	36 kV bajo lluvia

2.8.1 Fusibles para Cut Outs

De acuerdo a la ubicación de instalación y conforme a las cargas consideradas, se han seleccionado los fusibles, que tendrán las siguientes características técnicas

Tensión nominal	27 kV
Corriente Nominal	50 y 40 A; tipo K

2.9 Pararrayos

Serán de óxido de zinc; para proteger equipos de distribución y transformadores contra las ondas de sobretensión limitando estas a valores que no perjudiquen la instalación.

Serán fabricados de acuerdo a las normas ASA, IEEE, NEMA; y para el presente Proyecto, se montarán en la estructura de Seccionamiento y Medición; y en la Sub Estación de Distribución.

El cuerpo del pararrayos será de material polimérico o de porcelana vidriada de color blanquecino; y estarán provistos de dispositivos necesarios (abrazaderas de AoGo.) para montaje en palomilla o cruceta de concreto; también tendrán accesorios para la conexión de la puesta a tierra.

2.9.1 Características técnicas - Pararrayos

Tensión nominal de la red	22,9 kV.
Tensión nominal del pararrayo	21 kV.
Tensión continua máxima (MCOV)	17,0 kV.
Tipo (corriente nominal de descarga)	10 kA (distribución).
Tensión mínima de cebado a 60 Hz	27 kV.
Nivel de protección de frente de onda	73,0 kV (valor pico); cebado con onda recortada en 0,5 μ seg y basado en corriente de descarga de 10 kA.
- Tensión de descarga (cresta-máxima)	64,0 kV; para onda plena de corriente de de 8/20 μ seg. y para corriente de descarga de 10 kA.
- Separación de pararrayos	Conforme a la Tabla 190 del CNE-S, se deberá tener de 41 cm. (22,9 kV).

2.10 Retenida de anclaje para media tensión

Deberá tener los siguientes componentes:

- Perno - Ojo

De AoGo. en caliente, de dimensiones 16 mm. Ø x 254 mm. de longitud, con carga mínima rotura de 5350 Kg. Cantidad: 01 unid.

- Cable

De AoGo. grado High Strenght, de 1 x 7 hilos – 9,5 mm Ø; con carga mínima rotura de 6875,24 Kg/cm² (4900 Kg.). Cantidad: 15 m.

- Aislador de Tracción

De porcelana vidriada, tipo nuez, Clase ANSI 54-2. Cantidad. 01 unid.

- Mordaza preformada

Fabricado según norma ASTM A 475-89 Clase B, de material AoGo, grado Extra High Strenght; de 2 x 787 mm de longitud y de 7 hilos, para preformar cable de 9,5 mm. Ø; con carga mínima rotura de 5080 Kg., con dobles intermedio, cubierto interiormente con elemento de adhesión para el adecuado encaje del preformado; para ajuste automático al instalarse, de acuerdo al avance del preformado y acabado mediante "peinado" de las puntas del preformado al cable de retenida, con el uso de alicate. El cable deberá ser cortado conforme a dimensiones de Lámina de Detalle. Cantidad: 04 unid.

- Guardacabo

De AoGo. y moldeado en caliente, de espesor 1,6 mm., con ranura para cable de 9,5 mm. Ø. Cantidad: 02 unid.

- Canaleta Protectora

De platina de AoGo. y moldeado en caliente, de 2,40 m. de altura x 1,6 mm. de espesor, con platina de ajuste de 51 x 25 x 3,2 mm. + 01 perno y tuerca de AoGo. Cantidad: 01 unid.

- Varilla de Anclaje

De AoGo. en caliente, de 2,40 m. de longitud x 16 mm. Ø, con ojo de 25,4 mm. Ø interior en un extremo; y rosca universal en otro extremo de 76 mm. de longitud. Cantidad: 01 unid.

- Zapata de Anclaje

De concreto armado vibrado, de 0,50 x 0,50 x 0,20 m.; forma cuadrada; con agujero pasante central de 25,4 mm. Ø. Cantidad: 01 unid.

- Arandela de Anclaje

De AoGo. en caliente, de 102 x 102 x 6 mm., de de forma cuadrada, con agujero central de 20 mm Ø. Cantidad: 01 unid.

- Tuerca de ajuste

De AoGo. en caliente, de 16 mm. Ø, tipo hexagonal; que incluye 01 arandela plana y contratuerca. Cantidad: 01 cjto.

Otras características, conforme se establecen el las Normas Técnicas del Ministerio de Energía y Minas: y características expuestas en la Memoria Descriptiva.

2.11 Transformador de Potencia

Será Trifásico, en baño de aceite y refrigeración natural (ONAN), con arrollamiento de cobre electrolítico y núcleo de acero silicoso de grano orientado laminado en frío, de las siguientes características:

Potencia Nominal	1000,0 kVA
Cantidad	01 unid.
Relación Transformación	22,9/0,48-0,28 kV
Grupo de conexión	Dyn5.
Regulación de tensión (%)	± 2.5 x 5% Vn en A.T.
Línea Fuga (aisladores)	20 mm/kV; considerar Vmax
Frecuencia (Hz)	60
Altura de utilización	1000 m.s.n.m.
Montaje	Exterior
Tensión de cortocircuito	5,0 %

El Transformador deberá satisfacer la Norma Técnica INDECOPI N° NTP 370.002, referente a Transformadores de Potencia. En los puntos no contemplados por dicha Norma, cumplirán las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica

Internacional: IEC 60076, del Año 1967 (Power Transformer) e IEC 354 del Año 1972 (Capacidades de Sobrecarga).

Estará equipada con los siguientes accesorios: Conmutador de tomas con mando sobre la tapa, grifo de vaciado y toma muestras de aceite, placa de características, borne de puesta a tierra, dos ganchos para izaje en la tapa superior y ruedas.

2.12 Conector tipo cuña

Se utilizarán conductores de cobre y de aleación de aluminio; entonces, se requerirán conectores tipo cuña para su aplicación a estos tipos de conductores, en forma indistinta.

El conector cuña tipo Ampact, está conformado por un cuerpo en forma de "C" y una "cuña" con diseño adecuado para ejercer un efecto de resorte; impregnados con pasta antióxido.

Serán para secciones de 35-50/35/50 mm²; es decir para conductores que permitan la adecuada unión que se desea efectuar, de hasta 50 mm².

2.13 Compuesto de unión (grasa)

Para prevenir la oxidación de las superficies de los conductores de aluminio y reducir la resistencia de transición, se utilizará el compuesto de unión tipo SR-1; grasa que no contiene ingredientes irritantes de la piel. Su aplicación se efectúa asociado a los conectores y conductores de aluminio, previa limpieza y cepillado.

El compuesto de unión SR-1 será suministrado en chisquetos de 250 gr, con cubierta exterior de metálica.

2.14 Varillas de armar

Las varillas de armar deberán tener las siguientes características técnicas:

Tipo	Preformado de aleación de aluminio, conductores de 50 mm ² de sección; uso simple soporte.
Cantidad de hilos	8 varillas por juego (para conductores de 50 mm ² de sección – 9,06 mm Ø).
Diámetro de varilla	4,93 mm.
Longitud de varilla – 50 mm ² :	1,04 m - uso simple soporte.
Peso por juego – 50 mm ²	0,47 Kg. - uso simple soporte.

2.15 Cinta plana para armar

La cinta plana de armar viene constituido por 01 filamento de aluminio de sección plana; y conforme a las normas técnicas pertinentes deberá tener las siguientes características técnicas garantizadas:

Material	De aleación de aluminio reforzado.
Dimensiones	De sección rectangular de 0,5 mm x 7 mm; se proveen en rollos de 30 m.

2.16 Amortiguadores de vibración

Para minimizar las vibraciones resonantes en vanos mayores a 350 m., se utilizarán amortiguadores, además de las varillas de armar y permitirá disipar la energía con mayor rapidez que la recibida por efecto del viento y entonces las vibraciones residuales serán de amplitud insignificante. Serán del tipo STOCKBRIDGE, construido con contrapesos de aleación de zinc, cable de acero preformado de alta resistencia y grapa de aleación de aluminio para conexión con el conductor; será adecuado para conductores de aleación de aluminio de 50 mm² de sección; y tendrán las dimensiones que se muestran en la Tabla 2.1 y Fig. 2.1.

Tabla 2.1 Dimensiones de amortiguador STOCKBRIDGE

DIÁMETRO DEL CONDUCTOR D (mm)		DIMENSIONES (mm)		PESO NORMAL (Kg)	TORQUE DE APLICACIÓN (Nm)
Mínimo	Máximo	A	B		
6,5	11,0	310	60	1,15	30,0

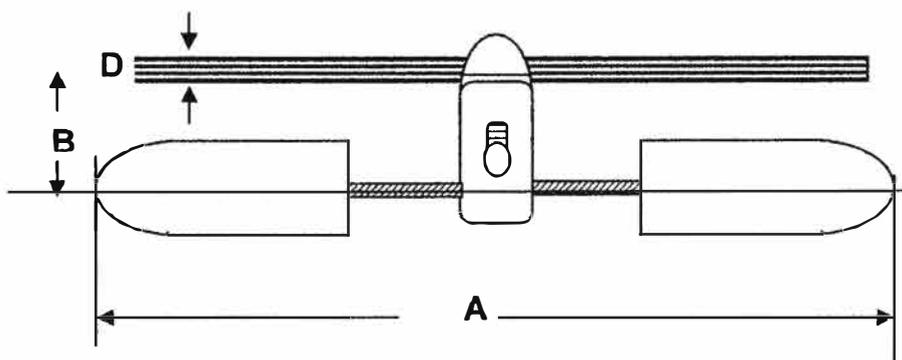


Fig. 2.1 Amortiguador tipo STOCKBRIDGE para 50 mm²

2.17 Equipamiento del sistema de medición

El sistema de medición con trafomix, se montará en la estructura de seccionamiento, con su respectivo medidor que se instalará en murete de concreto construido debajo de ésta estructura; y sus Especificaciones Técnicas de los elementos que lo conforman son:

2.17.1 Transformador para medición mixta (TRAFOMIX)

Se utilizará para la medición del consumo de energía eléctrica un transformador mixto o TRAFOMIX, que es una unidad modular que sirve para la medición completa de tensión, corriente y energía Requerida en sistemas trifásicos de media tensión.

Tendrá bornes enchufables aislados, los cuales se conectarán al punto de medición deseado mediante terminales también aislados y mordazas apropiadas.

Las características técnicas del transformador para medición mixta son:

Modelo	Para montaje en plataforma o loza de concreto.
Instalación	Exterior
Tipo	TMEA-33 o similar.
Bobinados de corriente	3
Bobinados de tensión	3
Relación de corriente	10-20-30/5 A
Relación de tensión	22,9/0,22 kV
Clase de precisión	0,2
Potencia – Bv	3 x 50 VA (bobinado de tensión).
Potencia – Bi	3 x 30 VA (bobinado de corriente).
Conexión – Bv	En estrella (bobinado de tensión)
Conexión – Bi	En estrella (bobinado de corriente)
Frecuencia	60 Hz.
Fases	3
Enfriamiento	ONAN

Línea Fuga	20 mm/kV (aisladores pasa-tapas).
Servicio	Continuo
Peso	210 Kg.
Aislamiento (BIL)	95 kV
Altura de utilización	1000 m.s.n.m.
Aisladores	De porcelana, sobre la tapa del Trafomix.

Deberá tener los siguientes accesorios normales:

- Medidor de nivel de aceite y Grifo de vaciado.
- Perno de puesta a tierra.
- Caja de borne de baja tensión con fusibles tipo DZ para la protección de los circuitos de medición.
- Asa de suspensión.
- Placas de características.

2.17.2 Caja de medición

Será metálica, tipo LTM, conforme al diseño normalizado por la Empresa concesionaria, tendrá la forma de un paralelepípedo rectangular.

Sus dimensiones serán de 520 x 245 x 200mm, confeccionada con plancha de acero laminada en frío de 2 mm., para la tapa y para el cajón; ensamblada y asegurada por intermedio de puntos de soldadura por resistencia, con marco frontal y bastidor. Poseerá un orificio preestampado de 42mm de diámetro en cada pared lateral.

Tendrá un acabado con base anticorrosiva y esmalte gris; en su interior cuenta con un tablero de madera seca, cepillada y barnizada, sobre la cual se instala el medidor de energía activa.

La tapa estará equipada de un visor protegido con una luna de plástico acrílico transparente, resistente a golpes de 110 x 110mm de dimensiones; y tendrá soldada en la parte externa una cubierta de material de plancha de acero laminada en frío de 1,27 mm., en forma de "L", tipo "anti – robo" que se maniobra con sistema de bisagra y se asegura con candado. Esta tapa tendrá empaquetaduras de neoprene, para su cierre hermético.

Será construida para tener un compartimiento debidamente ventilado y en su interior tendrá con un tablero de madera seca, cepillada y barnizada, sobre el cual se instalará el medidor de energía tipo electrónico.

2.17.3 Medidor de energía

Será medidor 3Ø, electrónico tipo A1R – LQ +, con clase de precisión 0,2, para multifunción; y tendrá las siguientes características:

Tipo	A1R – LQ +, con puerto RS485 o similar.
Sistema	3 Ø.
Tensión de medición	220 V.
Corriente nominal	5 A.
Nº de hilos	4
Mediciones	De potencia activa, reactiva, con indicador de máxima demanda activa y reactiva.
Tarifa	Múltiple
Calibración	Mediante tarjeta electrónica

2.17.4 Cables de control – operación de Trafomix y Medidor

Para el control y operación del trafomix y el medidor de energía, se conectan estos con cables de cobre, cableados, con forro tipo NLT, de temple recocido de 3 x 2,5 mm² para el control del bobinado de tensión y de 3 x 4 mm² para el bobinado de corriente; todo el haz se instala embutidos en tubo de AoGo. de 25,4 mm. Ø.

2.18 Sistema de seccionamiento y protección

Las Especificaciones Técnicas de los elementos que lo conforman son:

2.18.1 Interruptor de Recierre - Recloser

El recloser completo estará constituido por el interruptor de recierre automático propiamente dicho, que interrumpe el circuito principal; un gabinete conteniendo el sistema de control electrónico, que detecta las corrientes excesivas y activa el interruptor; fuente alterna de Baja Tensión para alimentación permanente del control electrónico; y un cable de control que permita la conexión entre el interruptor y el gabinete de control.

Las características del recloser serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento:

Mediante transformadores de corriente montados en los bornes del lado de la fuente del interruptor, será capaz de detectar corrientes de fallas mayores que un valor mínimo de disparo previamente programado para una o más fases y mediante señales emitidas por el sistema de control electrónico activará las funciones de disparo y cierre del interruptor. La energía para el cierre y apertura de los contactos principales será suministrada por un mecanismo de operación o actuación magnética.

- Elementos de conducción de la corriente

Los elementos conductores deberán ser capaces de soportar la corriente nominal a la frecuencia de operación sin necesidad de mantenimiento excesivo; los terminales y conexiones entre los diferentes elementos deberán diseñarse para asegurar, permanentemente, una resistencia de contacto reducida.

- Mecanismo de interrupción del arco

El interruptor automático de recierre será capaz de romper la continuidad de las corrientes de falla, de cero a su capacidad de interrupción nominal, en un máximo de cuatro (04) secuencias predeterminadas a intervalos temporizados hasta su apertura definitiva. El medio de extinción de las corrientes de falla será el gas hexafluoruro de azufre (SF₆).

- Mecanismo de Apertura

Los interruptores automáticos de recierre serán del tipo disparo libre. El mecanismo de apertura deberá diseñarse en forma tal que asegure la apertura en el tiempo especificado si el impulso de disparo se recibiera en las posiciones de totalmente o parcialmente cerrado. La energía para la apertura de los contactos principales será suministrada por un mecanismo de operación o actuación magnética.

- Mecanismo de cierre

El mecanismo de cierre deberá desenergizarse automáticamente cuando se complete la operación. La energía para el cierre de los contactos principales será suministrada por un mecanismo de operación o actuación magnética.

- Transformadores de corriente detector de Falla

Estarán ubicados en los tres bornes hacia el lado de fuente del interruptor. Permitirán detectar las corrientes de falla mayores que un valor mínimo de disparo de modo que permita la operación del sistema de control electrónico. La relación de transformación de corriente garantizará las corrientes mínimas de disparo; y serán 100/1 A.

- Fuente de Baja Tensión

Permitirá la reducción de tensión de la línea primaria para el suministro de energía eléctrica a los componentes del sistema de control electrónico.

- Aislamiento

Los aisladores del interruptor automático de recierre serán de porcelana o material polimérico de goma silicón diseñados de tal forma que si ocurriera una descarga a tierra por tensión de impulso con el interruptor en las posiciones de “abierto” o “cerrado”, deberá efectuarse por la parte externa, sin que se presente descarga 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 625 mm. Asimismo, deberán tener la suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos debidos 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 aislamiento deberá ser capaz de soportar continuamente la Tensión Máxima de Operación.

- Conectores Terminales

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

- Soporte

Los interruptores de recierre serán suministrados con todos los accesorios necesarios para su instalación en postes de madera o concreto. En el presente Estudio, se considera su montaje en SAB.

- Resistencia Mecánica

Los interruptores de recierre deberán estar diseñados mecánicamente 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 y esfuerzos de origen sísmico.

Características del Sistema de Control Electrónico

- Características Generales

Recibirá la señal de corriente emitida por los transformadores de corriente montados en los bornes del lado de la fuente del interruptor, y mediante señales emitidas por un microprocesador electrónico permitirá activar los mecanismos de disparo y cierre del interruptor.

Asimismo, el sistema de control electrónico estará equipado con baterías de respaldo que garanticen la autonomía de suministro de energía eléctrica por un periodo no menor de 48 horas.

El sistema de control electrónico estará alojado en un gabinete metálico a prueba de intemperie y equipado con un control y calefactor eléctrico para reducir la humedad relativa al nivel tolerado por los equipos.

Permitirá la configuración, calibración, programación y toma de datos mediante una computadora personal del tipo comercial y sin ella, directamente sobre el relé, para la cual el sistema estará equipado con un conector tipo RS-232 para conexión de una PC comercial y una pantalla para la lectura, programación y verificación de datos. Asimismo, estará equipado con dispositivos de señal luminosa que permitan identificar localmente, entre otras cosas, el estado de funcionamiento del sistema de control electrónico, el tipo de falla y la fase fallada.

- Requerimiento de control

El sistema de apertura y cierre estará previsto para ser accionado como sigue:

- Localmente, mediante un conmutadores o pulsadores.
- Automática por las órdenes emitidas desde las protecciones y automatismos locales y remotos.

- Contador de Operaciones

El gabinete del sistema de control electrónico deberá estar equipado con un contador mecánico de operaciones, capaz de identificar el número de operación sin la necesidad de explorar la memoria del relé.

- Bloc de Terminales para Señalización y Comunicación

El sistema de control electrónico estará equipado con un bloc de terminales dependientes del sistema de control electrónico para señalización y comunicación.

La configuración solicitada es:

- Cinco (05) normalmente abiertos
- Cinco (05) normalmente cerrados

- Características del cable de control

Permitirá la conexión entre el interruptor automático de recierre y el sistema de control electrónico. Tendrá una longitud mínima de 5 m.

Accesorios

Adicionalmente a lo especificado, cada conjunto de interruptor de recierre, deberá ser suministrado con los siguientes accesorios:

- Placa de identificación
- Indicadores mecánicos de posición, o lámparas indicadoras de posición.
- Pernos u orejas para el izaje.
- Soporte metálico y accesorios para fijación del equipo en un poste de L.P.
- Seis conectores bimetálicos tipo bandera para conductor AAAC de 25 a 95 mm²
- Terminal de puesta a tierra con conector para conductor Cu. de 16 a 70 mm².
- Válvulas para el llenado, vaciado y extracción de muestras del medio aislante.
- Gabinetes para el alojamiento de los manuales, reportes de prueba y repuestos.

Como el medio aislante será de gas SF₆; entonces el equipo será suministrado con los siguientes accesorios:

- Válvula para medición de la presión de gas
- Manómetro para medición de la presión de gas
- Dispositivo acústico detector de fuga de gas.

- Un juego adicional de cada uno de los fusibles instalados en el gabinete de control electrónico.
- Una juego adicional de la resistencia de calefacción.
- Un bushing completo por cada cinco (05) reclosers.
- Tres conectores tipo bandera adicionales por cada cinco (05) reclosers.
- Dos conectores de puesta a tierra adicionales por cada cinco (05) reclosers.

2.19 Terminaciones para cable seco tipo N2XSY de media tensión

Para efectuar las correspondientes conexiones de los conductores de red aérea con el cable de energía tipo N2XSY en las instalaciones aero – subterráneas, se emplearán terminaciones de características compatibles con el cable tipo N2XSY, tipo seco; de material polimérico o siliconado, para secciones de conductor de hasta 35 mm²; y tendrá las características siguientes:

Tipo de uso	Exterior.
Tensión de diseño	E ₀ /E = 18/30 kV.
Control del campo	Con cinta de alta constante dieléctrica K.
Aisladores	De silicona, resistente a la formación de camino carbonoso (tracking), pre-ensamblado, contraíble en frío.
- Compatibilidad	Con diferentes aislamientos secos (PVC, PE, XLPE, EPR).
- Condicionantes	Se deberá tomar en cuenta los procedimientos para el montaje y consideraciones técnicas dadas por el fabricante; y respetando las prescripciones técnicas del NCNE-S.

2.20 Base porta terminaciones de cable seco

Las terminaciones que se utilizarán en los extremos del cable seco serán del tipo unipolar; y estas deberán portar su correspondiente base, que consistirá en una abrazadera partida, construido con platinas metálicas de AoGo. de 7 mm. de espesor x 38 mm. de ancho, que se ajustan a la cruceta asimétrica y se aseguran con pernos de AoGo. de 13 mm. Ø x 152 mm. de longitud.

En la zona de sostén del cable seco deberá de estar provisto de una funda de goma de EPR o similar, de modo que se garantice que no exista esfuerzos externos ni efectos corrosivos que puedan dañar la chaqueta exterior del cable; ni deba de producirse deslizamientos de este.

2.21 Varilla roscada

Para evitar que se originen movimientos de rotación o traslación en las crucetas y ménsulas después de su instalación, se utilizarán varillas maquinadas con rosca tipo estándar, de AoGo. SAE 1020, con 4 tuercas y arandelas planas, de 16 mm. diámetro x 407 mm. de longitud; que se instalarán transversalmente al poste y a la cruceta o ménsula, ajustándose convenientemente.

2.22 Platina para ensamble de media lozas soporte de transformador

Para el debido ensamble de las media lozas de concreto armado, cuando se constituye como una estructura en biposte, se utilizarán 02 platinas de AoGo. y accesorios, que tendrán las características siguientes:

Platina de AoGo. de 305 x 45 x 6 mm; con 04 agujeros transversales de 16 mm Ø, debidamente distanciados con separaciones conforme a los agujeros que portan cada una de las media lozas de concreto armado cuando se ensamblan entre ellas (para estructura tipo biposte). Cada platina deberá portar 04 pernos maquinados de AoGo. de 76 x Ø 13 mm; provistos de 02 arandelas planas + tuerca + contratuerca.

2.23 Cintas aisladoras

Para la protección final y acabados en los cables y conductores, se utilizarán cintas aisladoras que permitan asegurar su limpieza y evitar la polución del medio ambiente; y serán:

Cinta de PVC, tipo aislante de 19 mm. x 20 m.

Cinta de PVC, tipo vulcanizante de 19 mm. x 10 m.

Serán aplicados en cantidades necesarias al área a proteger.

2.24 Murete de concreto

Las cajas portamedidor tipo LTM, incluye elementos y conductos de conexasión; se instalarán en muretes de concreto de las siguientes características:

Material	De ladrillos de arcilla tipo K-K
Dimensiones	1,40 m. de altura neta (a partir del piso terminado) x 0,80 m. de ancho x 0,27 m. de profundidad.
Colocación de ladrillos	De cabeza.
Cimiento	De 0,40 x 0,30 m. de altura.
Sobre-cimiento	De 0,27 x 0,15 m. de altura.
Acabado	Empastado totalmente.

2.25 Subestación de Superficie en Caseta

Se habilitará un ambiente como Caseta para la Subestación, cuya ubicación se muestra en los Planos del Proyecto; tendrá las siguientes dimensiones: 5,50 x 4,00 x 4,20 m., con claraboya de 1,20 x 1,20 x 0,60 m; con techo aligerado.

En su interior se instalará la celda de llegada (con equipos de protección), la celda de transformación con 01 transformador de 1000 kVA, con cajuela metálica de protección y tablero principal de baja tensión, cuyos detalles de construcción se muestran en los Planos del Proyecto.

2.25.1 Obras civiles

El área para la Subestación en Caseta será construida de material noble, usando ladrillo, perfiles cuadrados de acero, tubos metálicos y agregados adecuados que le den la constitución que se requiere, y adecuados hasta quedar terminado en los exteriores e interiores, con la resistencia en el piso para la instalación de los equipos como celdas y transformador con sus respectivos equipos electromecánicos.

Las paredes serán de ladrillo con acabados de tarrajeo liso, el techo es del tipo aligerado. El piso estará previsto para soportar 1500 Kg./m².

El sistema de acceso a la subestación estará previsto para el ingreso de los equipos y celdas, a través de una puerta de dos hojas que será construida con planchas de A° LAF de 1/8" de espesor, cuyas dimensiones será de 1,50 de ancho por 2,30 de alto, enmarcada con ángulo de A° 38 x 5 mm. y cerradura de seguridad con llave. La ventilación será natural de acuerdo a los cálculos justificativos.

2.26 Celda de Llegada 22,9 kV

2.26.1 Fabricación

Serán del tipo autosoportado, ejecución modular, de frente muerto, ejecución METAL ENCLOSED, para instalación interior, contruidos de acero angular trefilado de 51 x 51 x 5 mm., provista de refuerzos para garantizar su solidez, con perforaciones en las platinas base para su anclaje en el piso mediante pernos de expansión de 9,5 mm. de diámetro. Será fabricada según norma IEC 298, y cumpliendo con los grados de protección siguientes:

- Contra defectos externos IP43
- Contra accesos peligrosos a partes vivas y partes en movimiento IPH6

Las protecciones laterales, intermedia, posterior, y techo, serán de plancha de acero LAF de 2,0 mm de espesor, y la puerta de 2,0 mm. Con refuerzos de omegas.

La puerta frontal tendrá bisagras ocultas robustas, con empaquetaduras y estarán provistas de manijas robustas con chapa tipo Yale para evitar su apertura por personal no autorizado.

2.26.2 Tratamiento del acabado

El tratamiento que se ejecutará a la celda de llegada será para proteger de la condiciones severas de corrosión, humedad, y agentes externos, siendo ejecutado de la siguiente manera:

Eliminación total del óxido superficial, inclusive capa de laminación mediante el sistema de granallado (metal casi blanco). Posteriormente se aplica la primera capa de pintura epóxica de base de cromato de zinc, espesor de 1,5 mils. La preparación es mezclando con su endurecedor por agitación y agregando un máximo de 25% de diluyente especial para pintura epóxica. Después de un tiempo de secado de 4 a 6 horas, se aplica una segunda capa de epóxica de 1,5 mils., base similar a la primera hasta obtener 3.0 mils. de espesor acumulado. Después de un tiempo de secado de 4 a 6 horas, se aplica una pintura de acabado tipo epóxica, color gris, de 1,5 mils. que se prepara y se aplica de la misma forma que la epóxica de base, hasta obtener el espesor acumulado de 4,5 mils.

Por último, se aplica una capa de 1,5 mils. de acabado, del mismo tipo, similar al anterior, hasta obtener un espesor mínimo total de pintura de 6,0 mils. Las dimensiones de la celda serán de 1300 mm. (ancho) x 1300 mm. (profundidad) y 3500 mm. (altura).

2.26.3 Equipamiento

La Celda de Llegada estará equipada con:

a) Relé de protección contra fallas a tierra y sobrecorriente fase - fase

Se utilizarán relés tipo 50/51 y 50N/51N de 0,5 – 5 A, con tensión auxiliar de 24 Vcc; contará con puertos de comunicación RS-485 y RS-432. Su conexionado permitirá la acción de su bobina de cierre y disparo autoalimentado, que irá acoplado al Seccionador de Potencia tripolar. Contará también, con fuente de alimentación para relé de protección compuesto por cargador y baterías selladas de 24 Vcc.

b) Transformadores de Corriente Toroidal

Relación	100/1 A
Para uso	Interior.
Potencia	2 VA
Clase	1,0
Tensión	24 kV
Temperatura	De – 5 °C a 40 °C.
Altitud de servicio	1000 m.s.n.m.

c) Interruptor tripolar en vacío (interrupción), de accionamiento bajo carga

Será del tipo interior, autónomo, fijo, de 24 kV, 630 A y 16 kA (I_{sim}, m_{rs} - 3 seg.); mando manual y/o motorizado en 24 Vcc, (fuente auxiliar externa).

d) Fusibles limitadores de corriente tipo CEF de 63 A - 24 kV; que incluye: bases portafusibles de 24 kV–100 A.

2.27 Celda de transformación

La celda de transformación será fabricada y tratado de forma similar a las celdas de llegada, indicadas en los Ítems anteriores.

Las dimensiones de la celda de transformación serán de 2100 mm. (ancho) x 1300 mm. (profundidad) y 3500 mm. (altura).

Esta celda estará con equipamiento de barras de cobre de 4x50mm, aisladores de 24 kV, el transformador de potencia y Fusibles tipo CEF (incluye portabases) de 40 A y 24 kV.

2.28 Accesorios de interconexión a las Celdas

Para la interconexión entre las terminaciones, seccionadores unipolares, Seccionador de Potencia, bases portafusibles unipolares y el transformador, se utilizarán sistemas de barras colectoras de cobre electrolítico cuidadosamente dobladas y fijadas con pernos de AoGo, doble arandela plana, una arandela de presión, y tuercas; soportadas por aisladores portabarras de resina epóxica ó porcelana; que serán emperrados a las platinas adosadas a la estructura de las celdas, tal como se muestra en planos.

2.28.1 Aisladores portabarras

Serán de resina epóxica ó porcelana vidriada, denso y homogéneo, libre de imperfecciones, de larga línea de fuga para 24 KV de tensión nominal, de forma troncocónica y con un esfuerzo mecánico mínimo de 500 Kg., uso interior y montaje en las celdas descritas, a las cuales se acoplarán porta- pletinas para las barras de cobre de 5x40mm, de las siguientes características:

Material	Resina epóxica ó porcelana
Tipo	24/750
Tensión nominal (kV)	24
Tensión de impulso (BIL) (pico)	125
- Tensión máxima a 60 Hz (eficaz):	50
Long. de línea de fuga (mm)	432
Esfuerzo en tracción (Kg.)	1,125
Esfuerzo en flexión (Kg.)	380
Esfuerzo en compresión (Kg.)	2,250
Resistencia a la rotura	750 kg
Altura del aislador (mm)	210 ± 1%

2.28.2 Barra de Cobre

Las barras ó platinas colectoras principales y de derivación, serán de cobre electrolítico con una pureza de 99,9 % de alta conductibilidad eléctrica, alta resistencia a la corrosión, de sección rectangular de 5x40mm, 570 A.

Cada fase será pintada con dos capas de vinilo y colores normados por el CNE-S (verde, blanco y rojo para las fases R, S y T respectivamente), el tramo donde se realizarán las derivaciones no serán pintadas una longitud de seis centímetros, los mismos serán estañados para protegerlo de la sulfatación.

Las barras serán instaladas en posición horizontal. Deberán soportar una potencia de corto circuito de hasta 350 MVA a 22,9 kV.

2.29 Subestación en Caseta – Obras Civiles

Teniendo en consideración las dimensiones básicas de la Subestación en Caseta de 5,50 x 4,00 x 4,20 m. y conforme a los Planos del Proyecto, se deberán proveer los suministros necesarios, tendiendo en cuenta las Especificaciones Técnicas de Suministros – Obras Civiles del Ministerio de Energía y Minas.

CAPÍTULO III ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJES

3.1 Introducción

En principio, son válidas las Especificaciones de Montaje Electromecánico y Construcción de Subestaciones en Caseta que se prescriben en las Normas Técnicas del Ministerio de Energía y Minas; por tanto, no requiere mayores ampliaciones sobre el particular.; y en el presente Capítulo solo se consignarán solo temas de carácter relevante, que permita el debido montaje, de acuerdo a lo requerido.

3.2 Aspectos generales

Se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones, para el adecuado montaje electromecánico.

3.2.1 Coordinaciones con Organismos Públicos

Si se prevé que con la ejecución de las presentes obras, se involucrará y/o se afectará el normal ordenamiento de otras instalaciones o construcciones, el Ing^o Residente de Obra o responsable de la ejecución de los trabajos efectuará las coordinaciones relacionadas con la obra, con otros Organismos Públicos: Empresa de Servicio de Agua Potable, Empresas de Servicios de Telefonía, otros Municipios, Ministerio de Agricultura, etc. (CNE-S, Reglas 012.A y 202); y está obligado a comunicar de estas a la Empresa Concesionaria.

De requerir de alguna otra autorización en particular: Propietarios de terrenos entorno a la obra, poda de árboles, etc., también deberá ser debidamente gestionada y obtener referidos documentos. Incluye el Saneamiento por Derecho de Servidumbre, con cada uno de los propietarios involucrados; y la obtención del C.I.R.A.

3.2.2 Inicio de Obra

Luego de aprobado el presente Proyecto; y contando con la financiación respectiva, los interesados deberán gestionar ante la Empresa Concesionaria el Inicio de Obra requerido de acuerdo a las Normas Técnicas vigentes, en concordancia con el documento de Factibilidad de Suministro y Fijación del Punto de Diseño y al compromiso de venta de energía en bloque, se deberá obligatoriamente gestionar ésta autorización.

3.2.3 Inspección de campo

Contando con la respuesta de la Autorización de Inicio de Obra, el Profesional Responsable junto con el Supervisor de la Empresa Concesionaria, inspeccionarán el área de las obras, a fin de verificar las eventuales modificaciones al Proyecto por cambios ocurridos en el terreno o por necesidad (debido a la construcción de obras vecinas), llegando a acuerdos que deben figurar en el Cuaderno de Obra, que se apertura en esa oportunidad.

Todas las modificaciones que se acuerden en proceso de ejecución de la Obra se indicarán en el Cuaderno de Obra y en los Documentos de Replanteo.

En forma relevante se efectuará el replanteo topográfico del trazo de la Línea Primaria en 22.9 kV, con el objeto de efectuar el estacado definitivo donde se deberán ubicar las estructuras.

3.2.4 Cortes de energía

Si durante la ejecución de los trabajos, se requiere efectuar trabajos en zonas energizadas, de preferencia se deberán efectuar estos "en caliente"; pero como alternativa se tramitarán los cortes de la energía de la zona del Proyecto y otras de su entorno, que se deberá coordinar oportunamente con la Concesionaria, para efectos de tomar las previsiones del caso (publicaciones de aviso de corte de energía, etc.).

Si se opta por esta alternativa, para estas gestiones se deberá observar el estricto cumplimiento previo, durante y después del corte de energía establecidos por la Concesionaria. Anomalías que puedan suceder, serán de responsabilidad del Ejecutor de la Obra.

Por ningún motivo se deberán efectuar trabajos en zonas energizadas y que no cumplan con las distancias de seguridad que exige el CNE-S; para ello previamente se deberá gestionar corte de energía.

3.2.5 Trámites previos a los montajes correspondientes de la Obra

Teniendo en consideración la operatividad que deben prestar en forma continua las redes existentes que se encuentran en el entorno de las obras por ejecutar, se deberá coordinar con la Empresa Concesionaria para efectuar los trabajos necesarios; por lo que la Contratista se deberá adecuar a los procedimientos establecidos para la programación de los cortes de energía necesarios.

Para todos los casos el corte de energía programado no será mayor a 4 horas continuas; en caso se incumplan los aludidos procedimientos y/o se sobrepasen las horas autorizadas, será de entera responsabilidad del Ingeniero responsable de la Obra (Ing° Residente); debiendo atenerse a las sanciones previstas, que están en función a las cargas de los circuitos que están siendo afectadas. Si se requiere cortes más prolongados deberá de prever la instalación de By Pass, para restablecer a través de estos el servicio continuo. De ser posible, estos cortes de energía deberán ser coincidentes con los que programe la Empresa Concesionaria para efectuar mantenimientos de los circuitos involucrados.

3.3 Verificaciones y pruebas

Las verificaciones y pruebas serán efectuadas cumpliendo en todos sus términos el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas (R. M. N° 161-2007-MEM/DM del 13.ABR.2007); y previo a las maniobras que se efectuarán para realizar las pruebas, se deberá chequear íntegramente la Obra por parte del personal de Empresa Concesionaria con la presencia del responsable de la ejecución de las obras.

Así mismo, para solicitar la apertura de los circuitos de Redes Primarias que se encuentran en operación, el responsable de la ejecución de las obras deberá cumplir con los procedimientos establecidos para estos fines. Su no cumplimiento, implicará responsabilidad, que deberá ser cubierta por el responsable de la ejecución de las obras.

Para todos los casos, se exigirá que las distancias que resultan de las correspondientes verificaciones, deban cumplir con las prescripciones de los documentos y normas que sustentan el presente Proyecto.

3.3.1 Verificaciones - Distancias de Seguridad

Se verificarán las distancias de seguridad más relevantes, mediciones que se efectuarán cuando se presentan las situaciones más críticas (conforme a las condiciones de las Ecuaciones de Cambio de Estado y prescripciones del CNE-S y Normas vigentes del Ministerio de Energía y Minas):

Verificación de distancias de seguridad de las redes aéreas ejecutadas a estructuras (horizontales y verticales, a las paredes y techos construidos o por construir), conforme a las disposiciones reglamentadas por la Municipalidad, Reglamento Nacional de Construcciones y el CNE-S.

Verificación de distancias entre las redes aéreas ejecutadas y los grifos o locales de expendio de combustibles.

Verificación de distancias entre las redes aéreas ejecutadas y las redes existentes de telefonía y afines.

Verificación de distancias entre las redes aéreas ejecutadas y las redes aéreas de baja tensión (tensión menor a la del Proyecto) existentes.

Verificación de distancias entre las redes aéreas ejecutadas y las redes aéreas de Media Tensión (tensión mayor a la del Proyecto) existentes.

Todos los resultados obtenidos deberán de cumplir con las distancias de seguridad permisibles que prescribe el CNE-S.

3.3.2 Verificaciones – Puestas a Tierra

En las puestas a tierra se medirá los valores de resistencia, estas mediciones se efectuarán después de 72 horas de su respectivo montaje (tiempo mínimo).

De preferencia se medirá con el sistema de redes y transformadores desconectados; y comprenderá:

Verificación y Medición de los Sistemas de Puesta a Tierra (incluye medición de la resistencia efectiva).

Verificación de la correcta instalación de las cajas de concreto y su tapa con parapetos y su señalización.

Todos los valores deberán ser conforme a los permisibles de acuerdo al CNE-S.

3.3.3 Pruebas en Fábrica - Transformador de potencia

Luego del Inicio de la Obra, de acuerdo al Cronograma de Actividades, la Contratista a cargo de éstas deberá de programar la adquisición del transformador de potencia, para lo cual deberá de comunicar vía Cuaderno de Obra y por escrito a la Entidad a cargo de la Supervisión, indicando la Razón Social del Fabricante de los transformadores, el tiempo de fabricación y las posibles fechas para desarrollar las pruebas que se indican en las Especificaciones Técnicas de Suministros; y si a juicio de la Entidad a cargo de la Supervisión, éstos informes son satisfactorios, el Ingeniero Supervisor hará de conocimiento de la Empresa o Contratista para que se proceda a la referida adquisición.

El responsable de la ejecución de las obras por parte del Contratista (Ingeniero Residente), vía Cuaderno de Obra comunicará al Ingeniero Supervisor la fecha definitiva de las pruebas; para lo cual en forma conjunta se apersonarán a la Fábrica para llevar a cabo el desarrollo de éstas.

Se efectuarán las denominadas pruebas de rutina (considera todas las pruebas circunscritas dentro de este rubro de acuerdo a Normas) y pruebas de tipo (considera las pruebas de calentamiento y de impulso atmosférico de un (01) transformador de todo el lote, conforme a Normas).

Cualquiera que sean los resultados, se emitirá el Protocolo de Pruebas en Fábrica, que será suscrito por el Ingeniero Residente, el Ingeniero Supervisor y el representante de la Fábrica, quedando el original a cargo del Ingeniero Supervisor. Si los resultados no son conformes y considerando la magnitud de éstas, se optará por reprogramar otra fecha para el desarrollo de las pruebas, hasta obtener resultados conformes de acuerdo al criterio del Supervisor.

Se considera que los costos para efectuar éstas pruebas esta incluido en el precio cotizado por el postor en su oferta.

3.3.4 Pruebas de Campo - Transformador de potencia

Al concluir el trabajo de construcción y después de recepcionar el transformador en Obra, se deberá realizar las pruebas que se detallan a continuación en presencia del Supervisor de Obra y empleando instrucciones y métodos de trabajo apropiados.

El Contratista efectuará las correcciones o reparaciones que sean necesarias:

Determinación de la Secuencia de Fases:

El Contratista deberá efectuar mediciones para demostrar que la posición relativa de los conductores de cada fase corresponde a los datos de placa del Transformador, concordando con las fases conexas en el "punto de Diseño".

Prueba de Continuidad:

Para efectuar esta prueba se procederá al megohmetro entre fases de los bornes de alta y baja tensión del transformador.

Los resultados deben conforme a Protocolo de Pruebas en Fábrica (el megohmetro empleado deberá ser de similares características del empleado en fábrica). Para la verificación correspondiente se deberá de tener a la vista el Protocolo de Inspección y Pruebas de Fábrica.

Verificación de la rigidez dieléctrica del Aceite:

Se verificará la rigidez dieléctrica del aceite; con análisis efectuados en Obra, se y los resultados deben ser conforme al Protocolo de Pruebas en Fábrica.

Verificación del nivel de Aceite:

Se efectuará la verificación visual del nivel de aceite, el cual debe ser conforme a la posición de Normal indicador correspondiente. Cuanto menos, debe notarse el nivel adecuado de aceite; si no fuere así, deberá reponerse lo necesario.

Prueba de Aislamiento:

Para efectuar esta prueba se procederá al megohmetro entre los bornes del transformador (fase-fase; en alta y baja tensión); y tierra (fase-tierra; en alta y baja tensión); los resultados deben ser conforme al Protocolo de Pruebas en fábrica (el megohmetro empleado deberá ser similar al empleado en fábrica).

En el caso más crítico los valores mínimos aceptables serán los consignados en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Valores mínimos – Pruebas de Aislamiento del Transformador

Fases Involucradas	Valores
Fase – Fase (lado de Media Tensión)	Mayor a 100 MΩ
Fase – Fase (lado de baja tensión)	Mayor a 100 MΩ
Fase – Tierra (lado de Media Tensión)	Mayor a 10 MΩ
Fase – Fase (lado de baja tensión)	Mayor a 10 MΩ

3.3.5 Pruebas en Fábrica - Transformador de medida mixto (Trafomix)

Luego del Inicio de la Obra, de acuerdo al Cronograma de Actividades, la Contratista a cargo de éstas deberá de programar la adquisición del transformador de medida mixto (Trafomix), para lo cual deberá de comunicar vía Cuaderno de Obra y por escrito a la Entidad a cargo de la Supervisión, indicando la Razón Social del Fabricante de los transformadores de medida, el tiempo de fabricación y las posibles fechas para desarrollar las pruebas que se indican en las Especificaciones Técnicas de Suministros; y si a juicio de la Entidad a cargo de la Supervisión, éstos informes son satisfactorios, el Ingeniero Supervisor hará de conocimiento de la Empresa o Contratista para que se proceda a la referida adquisición.

El responsable de la ejecución de las obras por parte del Contratista (Ingeniero Residente), vía Cuaderno de Obra comunicará al Ingeniero Supervisor la fecha definitiva de las pruebas; para lo cual en forma conjunta se apersonarán a la Fábrica para llevar a cabo el desarrollo de éstas.

Se efectuarán las denominadas pruebas de rutina (considera todas las pruebas circunscritas dentro de este rubro de acuerdo a Normas) y pruebas de tipo (considera las pruebas de calentamiento y de impulso atmosférico de un (01) transformador de todo el lote, conforme a Normas).

Además considera las pruebas relacionadas a sistemas de medición (bobinados de corriente y de tensión, clase de precisión y aislamiento).

Cualquiera que sean los resultados, se emitirá el Protocolo de Pruebas en Fábrica, que será suscrito por el Ingeniero Residente, el Ingeniero Supervisor y el representante de la Fábrica, quedando el original a cargo del Ingeniero Supervisor.

Si los resultados no son conformes y considerando la magnitud de éstas, se optará por reprogramar otra fecha para el desarrollo de las pruebas, hasta obtener resultados conformes de acuerdo al criterio del Supervisor.

Se considera que los costos para efectuar éstas pruebas esta incluido en el precio cotizado por el postor en su oferta.

3.3.6 Pruebas de Campo - Trafomix

Al concluir el trabajo de construcción y después de recepcionar el Trafomix en Obra, se deberá realizar las pruebas que se detallan a continuación en presencia del Supervisor de Obra y empleando instrucciones y métodos de trabajo apropiados. El Contratista efectuará las correcciones o reparaciones que sean necesarias:

Determinación de la Secuencia de Fases:

El Contratista deberá efectuar mediciones para demostrar que la posición relativa de los conductores de cada fase corresponde a los datos de placa del Trafomix, concordando con las fases conexionadas en el "Punto de Diseño".

Prueba de Continuidad:

Para efectuar esta prueba se procederá al meghado entre fases de los bornes de alta y baja tensión del Trafomix, cuyos resultados deben conforme a Protocolo de Pruebas en Fábrica (el meghómetro empleado deberá ser de similares características del empleado en fábrica). Para la verificación correspondiente se deberá de tener a la vista el Protocolo de Inspección y Pruebas de Fábrica.

Prueba de Aislamiento:

Para efectuar esta prueba se procederá al meghado entre los bornes del Trafomix (fase-fase; en alta y baja tensión); y tierra (fase-tierra; en alta y baja tensión).

Los resultados deben ser conforme al Protocolo de Pruebas en fábrica (el megóhmetro empleado deberá ser similar al empleado en fábrica). En el caso más crítico los valores mínimos aceptables serán los que se consignan en la Tabla 3.2 que se incluye en el Expediente.

Tabla 3.2 Valores mínimos – Pruebas de Aislamiento del Trafomix

Fases Involucradas	Valores
Fase – Fase (lado de Media Tensión)	Mayor a 100 MΩ
Fase – Fase (lado de baja tensión)	Mayor a 100 MΩ
Fase – Tierra (lado de Media Tensión)	Mayor a 10 MΩ
Fase – Fase (lado de baja tensión)	Mayor a 10 MΩ

Verificación de la rigidez dieléctrica del Aceite:

Con análisis efectuados en la zona de la Obra, se verificará la rigidez dieléctrica del aceite; y los resultados deben ser conforme al Protocolo de Pruebas en Fábrica.

Verificación del nivel de Aceite:

Se efectuará la verificación visual del nivel de aceite, el cual debe ser conforme a la posición de Normal indicador correspondiente. Cuando menos, debe notarse el nivel adecuado de aceite.

Si no fuere así, deberá reponerse el aceite en cantidades necesarias (de preferencia deberá ser de igual marca del utilizados en Fábrica).

3.3.7 Pruebas de Campo – Redes Aéreas en Media Tensión

Se efectuará las pruebas que se detallan a continuación en presencia del Ingeniero Supervisor y empleando instrucciones y métodos de trabajo apropiados. El Responsable de la Obra (Ing^o Residente) efectuará las correcciones o reparaciones que sean necesarias:

Determinación de la Secuencia de Fases:

Previa coordinación con la Empresa Concesionaria, se deberá de identificar las fases de los conductores de las redes existentes que alimentarán a ésta ampliación de redes en media tensión (de preferencia en el “punto de Diseño”).

El Contratista deberá efectuar mediciones para demostrar que la posición relativa de los conductores de cada fase, debe corresponder a los del “punto de Diseño”.

Los componentes que requieran estar pintados, deberán identificarse así: Fase U de color verde, Fase V de color blanco, Fase W de color rojo y el Neutro de Negro (considerar según el tipo de sistema, la cantidad de conductores que posee y las fases involucradas).

Prueba de Continuidad:

Para efectuar esta prueba se procederá a poner en corto circuito cada una de las fases de la Línea Primaria; y se medirá la resistencia eléctrica de la Fase y a tierra, debiendo obtener resultados conformes a Normas y a la longitud de las redes, pero menos de 8 ohms, de acuerdo al CNE- S; la medición se efectuará con megóhmetro de 5000 V CC.

Prueba de Aislamiento:

Complementando la prueba anterior, se procederá a efectuar el megado en la Línea Primaria respecto a tierra y entre fase – fase, utilizando equipo de 5000 V CC; y los resultados deben ser no menores a los valores siguientes:

Entre fases Mayor a 200 MΩ.

Fase-Tierra Mayor a 20 MΩ.

Prueba de Resistencia de Puesta a Tierra:

Mediante el uso del metrater o telurómetro, se medirá la resistencia de puesta a tierra en cada pozo de tierra; cuyos resultados serán:

Lado de Media Tensión No mayor a 25 Ω

Lado de baja tensión No mayor a 6 Ω

Sistema de Medición No mayor a 3Ω

3.3.8 Expediente de Replanteo de Obra Ejecutada

Conforme a las Normas Técnicas, el responsable de la ejecución de la Obras presentará el Expediente de Replanteo de Obra Ejecutada, según los procedimientos que exige la Entidad que recepcionará la Obra; consignando en él todos los valores y resultados de las pruebas y verificaciones desarrolladas (resultados conformes); así como los demás documentos exigidos, ciñéndose a los procedimientos y reglamentos que se indican en las Normas Técnicas del Ministerio de Energía y Minas (DEP, DGE y DGH) y de la Empresa Concesionaria.

En caso que la presente obra no fuere administrada por la Empresa Concesionaria, todo el Expediente de Obra Ejecutada será presentada a la Entidad que quedará a cargo de las mismas, con copia para la Empresa Concesionaria.

Los metrados y presupuestos valorizados deberán justificarse con Plantillas que coordinan con los Planos del Replanteo y con copias de las Facturas de los suministros adquiridos y montajes efectuados.

3.4 Inscripción de Señales de Seguridad

Las señales de seguridad serán conforme a lo indicado en el Código Nacional de Electricidad- Suministro, la Norma DGE "Símbolos Gráficos en Electricidad" N° 091-2002-EM/DGE; o según los diseños normalizados por la Empresa Concesionaria.

Con el objeto de atender recomendaciones de Directivas emanadas por el Órgano Fiscalizador competente del Sector Electricidad que para el efecto, guardan relación con las prescripciones técnicas del Código Nacional de Electricidad- Suministro, se deberá señalar equipamientos y zonas donde se requieren prevenir o advertir peligros de RIESGO ELECTRICO (SS.EE., Tableros de Distribución, etc.) o LA UBICACIÓN de estos que relativamente se encuentran ocultos (puestas a tierra, componentes importantes de estructuras, etc.); se deberán inscribir en sus partes visibles simbologías apropiadas con las dimensiones y características que se indican en la Norma DGE "Símbolos Gráficos en Electricidad" N° 091-2002-EM/DGE; o según los diseños normalizados por la Empresa Concesionaria.

Se deberán señalar en forma obligatoria los siguientes equipamientos:

Para prevenir el riesgo eléctrico: En subestaciones y tableros de distribución.

Para identificar y señalar puestas a tierra: En parapetos (tapas) de las cajas de registros, o al pie del poste más cercano.

Para identificar la presencia de seccionamientos y puestas a tierra; y en las estructuras importantes, pueden incluir el diagrama de control de equipamientos.

Postes (numeración).

Otros equipos que a criterio de Empresa Concesionaria requieran de señalización.

Conforme a la Norma DGE "Símbolos Gráficos en Electricidad" RM 091-2002-EM/DGE; para los efectos generales, deberá utilizarse:

Círculos, donde se circunscribirá a los símbolos de prohibición.

Triángulos, donde se circunscribirá a los símbolos de peligro.

Rectángulos, donde se circunscribirá señalización relativa a información literal sobre zonas de trabajo, peligro eminente y conexos.

Las señalizaciones que se indican se efectuarán con plantillas prediseñadas y utilizando pinturas de los colores requeridos tipo esmalte brillante.

En caso que las características, dimensiones y detalles de las simbologías sean proporcionados por Empresa Concesionaria, se dispondrá y autorizará su uso mediante el Cuaderno de Obra.

La simbología que deben portar todos los postes y Subestación (incluye codificación de estructuras), serán diseñadas previa coordinación con los responsables de la Supervisión de Obra de parte de la Empresa Concesionaria.

3.5 Montaje de Subestación en Caseta – Obras Civiles

Se deberá a respetar las prescripciones de la Norma de Especificaciones Técnicas de Obras Civiles para Subestaciones del Ministerio de Energía y Minas.

CAPÍTULO IV CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

4.1 Generalidades

Los cálculos justificativos que se exponen a continuación consideran los parámetros utilizados en el Proyecto; por tanto, fundamentan su contenido.

4.2 Cálculos Eléctricos

Se incluyen los cálculos pertinentes a la Línea Primaria 3Ø, de 3 hilos y con neutro aislado y a la Subestación tipo superficie.

4.2.1 Determinación del Nivel de Aislamiento

A fin de determinar el nivel de aislamiento de las Línea Primaria se ha establecido las siguientes pautas:

a) Premisas:

- Altitud de trabajo sobre el nivel del mar.
- No se considera el uso de cable de guarda.

b) Criterios:

- Sobretensiones atmosféricas
- Sobretensiones a frecuencia industrial en seco
- Contaminación ambiental

c) Condiciones de Operación del Sistema:

Los niveles de aislamiento consignados a continuación son válidas para condiciones atmosféricas estándares, es decir, para 1013×10^5 N/m² y 20°C (conforme a CNE-S Tabla 124-1 y Norma IEC-71):

Tensión nominal del sistema	22,9 kV
Tensión máxima del sistema	25 kV
- Tensión de sostenimiento a la onda de 1,2/50 µs, entre fases y fase a tierra	125 kVp
- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase – tierra	50 kV

Entonces la línea de fuga pertinente a esta contaminación es de 20 mm/kV (IEC 60815 – Ver ANEXO B); y la línea de fuga total será de:

$$L = L_f \times U_m \quad (4.2)$$

Donde:

L_f Línea de fuga, mm/kV

U_m Máxima tensión de servicio entre fases, kV.

Entonces se tiene: $L = 500$ mm

4.2.2 Nivel de Aislamiento de los equipos

En este acápite se determinarán los niveles de aislamiento de los equipos de subestaciones, tales como transformadores y seccionadores; de acuerdo a los requerimientos del Proyecto.

Características eléctricas del Sistema

Tensión nominal del Sistema	22,9 kV
Tensión máxima de Servicio	25 kV
Factor de puesta a tierra	Mayor a 1,4
Tipo de conexión	Trifásico, con tres hilos y neutro aislado; y con aterramiento de masas metálicas

4.2.3 Niveles Básicos de Aislamiento

Los niveles básicos de aislamiento interno como externo, válidos para altitudes menores de 1000 m. sobre el nivel del mar son:

Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 μ s	125 kVp.
Tensión de sostenimiento a frecuencia nominal	70 kV.
Tensión máxima de servicio	25 kV.

4.3 Cálculo de parámetros eléctricos del Sistema

Se desarrollan los cálculos de parámetros eléctricos, considerando el Sistema de Utilización con una Línea Primaria al nivel de tensión de 22,9 kV; tipo trifásico, con 3 hilos - neutro aislado y una Subestación tipo superficie (en caseta) de 1000 kVA.

4.4 Parámetros eléctricos – Línea Primaria

De acuerdo a la ubicación del Proyecto, presenta pendientes moderadas y cruza entre otros al río Marañón; la metodología de cálculo empleado es la típica, para la Zona A (ligera) y Área 0 (menor a 3000 m.s.n.m.); conforme al CNE-S.

d) Factor de Corrección por Altitud:

De conformidad a la Norma IEC 71-1, para instalaciones situadas a altitudes superiores a 1000 m.s.n.m., la tensión máxima de servicio deberá ser multiplicada por un factor de corrección igual a:

$$F_h = 1 + 1,25 (h - 1000) \times 10^{-4} \quad (4.1)$$

Donde: h = Altitud sobre el nivel del mar, en m.; y conforme a la ubicación del Proyecto, se tiene:

$$h = 450 \text{ msnm.} \quad F_h = 1,00$$

e) Sobretensiones atmosféricas:

El nivel básico de aislamiento (BIL), para Líneas y Redes Primarias, de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad – Suministro y las Normas RD N° 018-2003-EM/DGE e IEC-71, debe ser 125 kVp ($V_{\text{máx}} = 25 \text{ kV}$).

Aplicando el factor de corrección por altitud calculado, la tensión de sostenimiento a la onda de impulso 1,2/50 μs , será $\text{BIL} \times F_h$; es decir:

$$125,00 \text{ kV} \times 1,00 = 125,0 \text{ kV}$$

f) Sobretensiones a frecuencia industrial:

Según Norma DGE R.D.018-2003-EM/DGE la tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra, en condiciones estándar, para una línea primaria en 22,9 kV debe ser igual a 50 kV.

Considerando el factor de corrección por altitud se tiene las sobretensiones a frecuencia industrial igual a 50,0 kV.

g) Contaminación Ambiental:

La zona del Proyecto presenta una contaminación baja, moderada frecuencia e intensidad de lluvias y sin ráfagas de vientos ocasionales.

Con estas condiciones para el dimensionamiento simplificado del aislamiento en el territorio peruano se han elaborado cuadros, que de un lado asocia el grado de contaminación según la localización, y de otro lado, la medida de la contaminación máxima para un intervalo de 6 meses de ensuciamiento, o su equivalente de prueba de laboratorio bajo neblina salada (conforme a norma IEC), a partir de cuyo valores se sugieren rangos de longitudes de líneas de fuga, para este proyecto se asume una contaminación de neblina salada de 0,07 gr/cm^3 .

4.4.1 Condiciones Básicas – Línea Primaria

La Línea Primaria en 22,9 kV del Sistema de Utilización recorre básicamente zonas rurales y algunos tramos de zonas urbanas; ergo, se tomará en cuenta estas premisas con el objeto definir las distancias de seguridad permisibles.

El diseño de la Línea Primaria en 22,9 kV presenta las siguientes características técnicas:

- Disposición : Triangular / Vertical.
- Temperatura ambiente : 25°C
- Temperatura máxima : 75°C (de operación).
- Tensión Nominal (Vf) : 22,9 kV
- Tipo de conductor : De AAAC, tipo 6201 T81 (Norma ASTM B 399 M).
- Sección de conductor : 3 fases de 50 mm².
- Tipo de Sistema : 3Ø de 3 hilos (neutro aislado); con masas metálicas multiaterradas.
- Distribución : Aérea

4.4.2 Determinación de las Distancias Eléctricas

La Línea Primaria básicamente recorre zonas no urbanas, con configuración de conductores en disposición triangular y con postes de c.a.c. de 13 m., lo que permite garantizar el cumplimiento de las distancias de seguridad permisibles, con vanos apropiados de acuerdo a la topografía del terreno y dado el desarrollo agresivo de habilitaciones urbanas, éstas tendrían sus redes eléctricas y de telecomunicaciones que irían paralelas a la ruta de la Línea Primaria (inclusive utilizando sus mismos soportes). Así mismo, en las zonas urbanas su configuración será en disposición horizontal y con postes de c.a.c. de 13 m.; pudiendo utilizarse la Línea Primaria con uso compartido con Red Secundaria.

- Entonces, en su poste o soporte, la distancia mínima horizontal entre conductores está dada por la expresión:

$$D_h = 0,40 + (U - 11) \times 0,01 \quad (4.3)$$

Conforme a la Tabla 235.1 (CNE-S) - con un mínimo de 0,40 m.

Donde U : Máx. Tensión del Sistema entre fases [25,0 kV]

Luego desarrollando se tiene: $D_h = 0,54 \text{ m.}$

- Así también, en su poste o soporte, la distancia mínima horizontal entre conductores (para secciones iguales o mayores a 35 mm²), se obtiene de:

$$Dh1 = \frac{7,6 \times U \times Fh + 8 \times \sqrt{2,12 \times f \times 1000}}{1000} \quad (4.4)$$

Donde, en cumplimiento al CNE-S (Regla 235.B.1.b) se considera:

- f : Flecha máxima en m.; a 25°C sin viento (condiciones EDS)
- Fh : Factor de corrección por altitud ($Fh = 1 + 1,25 \times [H-1000] \times 10^{-4}$), para altitudes mayores a 1000 m.s.n.m. Para este Proyecto se tiene 450,0 m.s.n.m. y se calcula $Fh = 1,00$
- U : Máx. Tensión entre fases [25,0 kV]
- Vb : Vano básico calculado.

Reemplazando los datos, se obtiene los resultados de la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Evaluación de la distancias mínima horizontal entre conductores en función a la flecha

VARIABLES USADAS	L.P.	REF.
Hipótesis	HIP. II	
Vb	115	CNE-S Regla 235.B.1.b
f	0,80	
Alt	450	
Fh	1,00	
Dh1	0,52	50 mm ²

Luego de la aplicación de las fórmulas (4.3) y (4.4), el resultado a considerar deberá ser el mayor.

- En su poste o soporte, la distancia mínima vertical entre conductores, para las condiciones del Proyecto está dada por la expresión:

$$Dv = 0,80 + (U-11) \times 0,01 \text{ m; con un mínimo de } 0,80 \text{ m} \quad (4.5)$$

Luego, desarrollando, se tiene: $Dv = 0,94 \text{ m.}$

- La distancia mínima entre las partes bajo tensión (conductores o accesorios bajo tensión) y las estructuras soportadoras, está dada por la expresión:

$$Lm = 0,10 + \frac{U}{150} \quad (4.6)$$

Entonces; reemplazando los valores de acuerdo a las condiciones del Proyecto y desarrollando, se tiene: $L_m = 0,27 \text{ m}$.

- Vano Básico

Para obtener el Vano Básico, en función a los vanos que se utilizan en el Proyecto y el desnivel correspondiente, se aplicará:

$$V_{\text{básico}} = \frac{\sum(a_i / \cos^3 \delta_i)}{\sum(a_i / \cos^2 \delta_i)} \times \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum(a_i / \cos^2 \delta_i)}} \quad (4.7)$$

Donde:

$a_i = a_1, a_2, \dots, a_n$; son los vanos adyacentes, a lo largo del recorrido de la Línea Primaria.

δ_i son las pendientes que se calculan en función del desnivel h_i ; es decir $\cos \delta_i = \cos (\text{arc tg } (h_i / a_i))$.

Aplicando la fórmula y conforme a los vanos utilizados en el Proyecto, se obtiene el vano básico de regulación: $V_{\text{BÁSICO}} = 115,0 \text{ m}$ (Línea Primaria)

Asimismo, teniendo en consideración las cotas de las estructuras involucradas se obtiene el desnivel: $h_D = 3,1 \text{ m/Vano}$ (Línea Primaria).

El vano básico calculado involucra a casi toda la Línea Primaria; pero considerando que ésta recorre zonas urbanas y así también, como un caso especial, cruza un río; entonces se analizarán estos casos:

§ Aplicando la fórmula respectiva y considerando las distancias verticales de seguridad permisibles, para las zonas urbanas (con conductores con disposición horizontal), se obtiene el $V_{\text{BÁSICO-RP}} = 72 \text{ m}$.

§ Considerando las distancias verticales de seguridad permisibles, para el caso especial de cruce de río, se tiene el $V_{\text{BÁSICO-RÍO}} = 512 \text{ m}$.

- Verificación de distancias horizontales:

De acuerdo al planteamiento del Proyecto, prácticamente se tienen los vanos de 115,0 m y 512,0 m, los que deberán ser evaluados para verificar el cumplimiento de las distancias permisibles de seguridad entre conductores, para lo cual se aplicará la fórmula:

$$D_{h2} = (d_1 + d_2)/2 \quad (4.8)$$

Donde:

Dh2: Distancia mínima entre conductores.

d1 : Separación entre conductores en la estructura inicio.

d2 : Separación entre conductores en la estructura final.

La verificación consiste en que Dh2 por ningún caso es debe se menor al calculado con las fórmulas (4.3) o (4.4). Para el caso del cruce de río se tienen los siguientes parámetros y resultados:

d1 = d2 = 4,0 m; entonces Dh2 = 4,0 m.

Así mismo, considerando el vano de 512 m, se tienen los resultados de la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Para Vano = 512m – Resultado de Dh y Dh1

VARIABLES USADAS	PARA Dh	PARA Dh1
Vb	512,0 m	512,0 m
f	15,8 m	15,8 m
Dist. Hor.	0,54 m	1,65 m
Vm	25,0 kV	25,0 kV

Entonces, considerando los armados para el cruce de río, con vano de 512 m, es suficiente la separación de 4 m. entre conductores de fase.

- Otras distancias verticales de seguridad permisibles de conductores, sobre el nivel del piso, caminos, carreteras y superficie de agua (ríos) serán las consideradas en la Tabla 232-1 del CNE-S.

Conclusiones:

- a. En los soportes, la distancia mínima horizontal (con conductores con disposición horizontal) será $\geq 1,0$ m.
- b. La distancia mínima vertical (con conductores con disposición vertical) será $\geq 0,94$ m.; se considera en el presente Proyecto, igual a 1,0 m.
- c. Entre las partes bajo tensión y su estructura soportadora, la distancia mínima será de 0,30 m.
- d. El sistema será trifásico con neutro aislado y con masas metálicas sólidamente puesto a tierra.

- e. Para el presente Proyecto, el vano básico de regulación será de 115,0 m para Línea Primaria; y se considera el terreno con desniveles moderados ($h_L = 3,1 \text{ m}$).
- f. Así mismo, para las zonas urbanas, la Línea Primaria tendrá un vano básico de regulación de 72.0 m.
- g. En el caso especial del cruce de río, con un vano promedio de 512 m, se cumplen con las distancias de seguridad prescritas.
- h. Las flechas máximas que se consignan, están en función a los vanos básicos calculados para la Línea Primaria.
- i. En concordancia con los valores calculados, se conformará la envolvente de la distancia de seguridad (CNE – S, Reglas 233.A.2 y 235.D).
- j. Para cumplir con las distancias de seguridad permisibles, se deberá considerar en todos los casos el perfil del terreno involucrado.

4.4.3 Configuración de Conductores

Las estructuras del Proyecto se han diseñado para que los conductores tengan las siguientes configuraciones, de acuerdo a la zona donde se utilizarán:

- Configuración triangular, para armados de alineamiento en zonas rurales.
- Configuración vertical, para armados de anclaje, de ángulo y en zonas urbanas.

Estas configuraciones tienen las características y dimensiones mostradas en las Fig. 4.1 y Fig. 4.2.

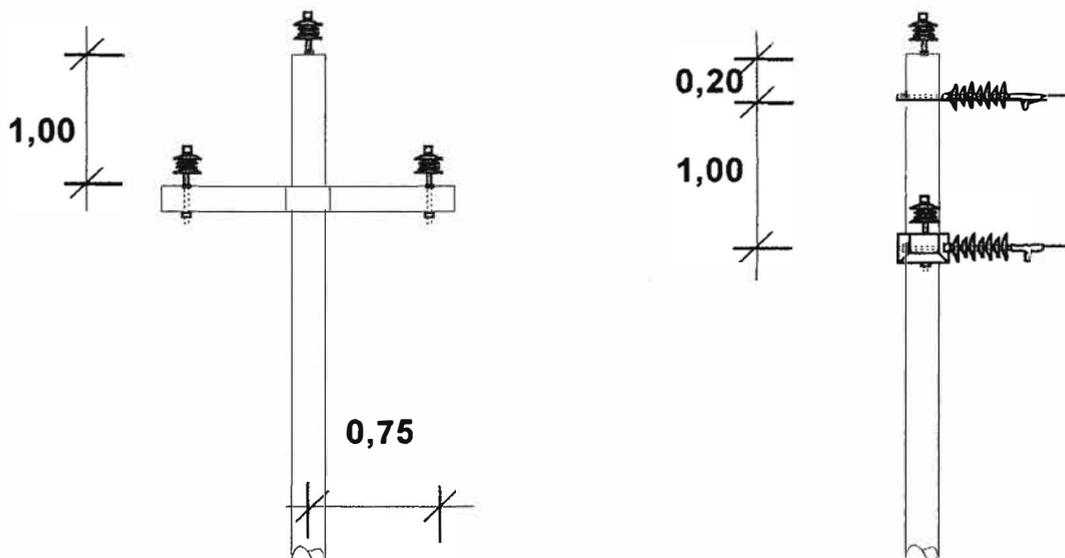


Fig. 4.1 Armados típicos utilizados – Configuración Triangular

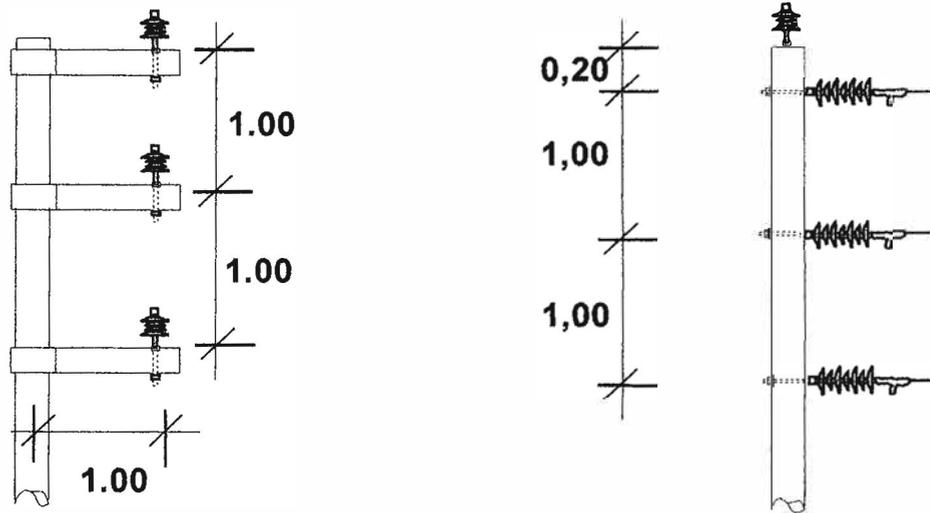


Fig. 4.2 Armados típicos utilizados – Configuración Horizontal

Los cálculos de las Redes Aéreas se desarrollaron para ambas configuraciones, a excepción de los cálculos de caída de tensión, que se ha efectuado solo considerando la configuración triangular (que se utiliza en casi todo el Proyecto).

4.4.4 Cálculo de la caída de tensión

Se han obtenido los resultados de caída de tensión:

- Fórmulas utilizadas

Capacidad de corriente:

$$I_n = \frac{N}{\sqrt{3} \times V I} \quad (4.9)$$

Caída de tensión:

$$AV_{3\phi} \% = \frac{N_{3\phi} \times L \times (R_{75^\circ} \cos \phi + X_{3\phi} \sin \phi)}{10 \times V I^2} \quad (4.10)$$

$$AV_{3\phi} \% = Z_{3\phi} \times N_{3\phi} \times L$$

Donde:

$$Z_{3\phi} = \frac{R_{75^\circ} \cos \phi + X_{3\phi} \sin \phi}{10 \times V I^2} \quad (4.11)$$

Resistencia eléctrica:

$$R_{75^\circ} = R_{20^\circ} \times [1 + \alpha \times (75 - 20)] \quad (4.12)$$

Reactancia inductiva:

$$X_{3\emptyset} = 0,377 \times \left(0,05 + 0,4605 \text{Log} \frac{\text{DMG}_{3\emptyset}}{\text{Dm}} \right) \quad (4.13)$$

Donde:

$$\text{DMG}_{3\emptyset} = \sqrt[3]{(D_1 \times D_2 \times D_3)} \quad (4.14)$$

$$\text{Dm} = 0,7260 \times \emptyset/2 \times 10^{-3} \text{ (7 hilos)} \quad (4.15)$$

- Simbología Utilizada:

I	=	Corriente de diseño (Amp)
N	=	Potencia eléctrica aparente (kVA)
Vl	=	Tensión nominal de línea (kV)
Vf	=	Tensión nominal de fase – tierra (kV)
Cos Ø	=	Factor de Potencia
AV _{3Ø}	=	Caída de tensión (%) - Trifásico
L	=	Longitud considerada en Km
R	=	Resistencia del conductor (ohm/km)
X _{3Ø}	=	Resistencia inductiva del conductor– 3Ø (ohm/km)
α	=	Constante dilatación térmica.
DMG _{3Ø}	=	Distancia media geométrica – 3Ø (m)
Dm	=	Radio medio geométrico - Conductor 7 Hilos – (m)
D ₁ , D ₂ , D ₃	=	Distancia entre conductores – 3Ø (m)
F	=	Flecha máxima (Hipótesis más desfavorable).

- Parámetros complementarios:

Factor de Potencia	: 0,80; en retraso.
Material (conductor)	AAAC tipo 6201-T81, conforme a la Norma ASTM B-399M.
Constante de dilatación	0,00360 1/°C (AAAC 6201)
Temp. de datos – conductores	20°C
Temp. de operación – conductores	75°C
Caída de tensión - Punto de Diseño	3,1 % (Conforme a Documento de Factibilidad de Suministro).

Distancia entre conductores : Conforme a los diseños que se muestran, se considera el más utilizado (triangular).

Potencia de la carga : Se considera la máxima demanda proyectada; que para efectos de cálculos, Pot. Trafo = 1000 kVA.

- Resultados obtenidos

Considerando los parámetros de la Tabla 4.3 y el Diagrama de Carga mostrado en la Fig. 4.3, se han obtenido los resultados de la Tabla 4.4 (que solo incluye la caída de tensión de la Red Aérea en Media Tensión).

Nota: Las longitudes indicadas consideran la flecha del conductor

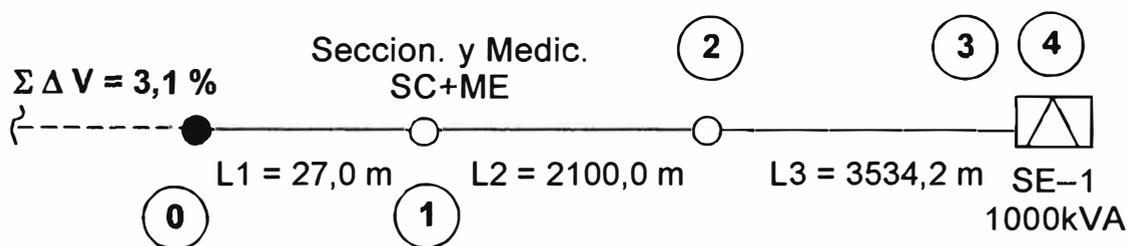


Fig. 4.3 Diagrama de carga para cálculo de Caída de Tensión

Tabla 4.3 Parámetros de Red Aérea – Línea Primaria

AAAC-6201	Sección	Conduct.	Nº de	R _{20°C}	R _{75°C}	X _{3Ø}	Z _{3Ø}
Sistema	(mm ²)	Ø (mm)	Hilos	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km
3 Ø	50	9,10	7	0,663	0,794	0,471	0,918
Material:			ALEACIÓN AL.		Config.: TRIANGULAR		

Tabla 4.4 Resultados de caída de tensión – Línea Primaria

POINT	SIST.	kVA	Σ kVA	kV	SECC. (mm ²)	LONG. (Km)	Z _{3Ø} (Ω/Km)	AV _{3Ø} (%)	ΣAV (Σ%)
3	3 Ø	1000	1000	22,9	50	5,66	0,918	0,619	0,991
						Σ LONG. EFECT. L.P.	5,66		
	CASO MÁS CRÍTICO SE DÁ EN EL PUNTO						(3)		0,991
	CONSIDERANDO Σ AV EN EL PUNTO DE DISEÑO:							3,100	4,091

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.1

4.4.5 Cálculo de pérdidas por Efecto Joule

Se desarrollará la metodología efectuado un balance de la potencia en el punto de recepción (W), que deberá ser igual a la potencia en el punto de entrega (W2), debiendo de permanecer constante la intensidad de corriente ($I = I2$); para lo cual se emplearán las fórmulas siguientes para Sistema 3Ø con neutro aislado:

- Fórmulas utilizadas

$$pW = 3 \times I^2 \times R \times L/1000 \quad (4.16)$$

$$I2 = W2 / (\sqrt{3} \times V \times \cos \emptyset) - \text{Sistema 3Ø} \quad (4.17)$$

Donde:

- R : Resistencia del conductor en Ω/Km ; A 75°C.
 cos \emptyset : 0,8 (Factor potencia inductivo)
 I : Corriente en Amp. (En el punto de recepción)
 I2 : Corriente en Amp. (En el punto de entrega)
 V : Tensión entre Fases en kV
 pW : Perdidas por Efecto Joule en kW

- Resultados obtenidos

En base al Diagrama de Carga mostrado en la Fig. 4.3, se han obtenido los resultados indicados en la Tabla 4.5 (que solo incluye el cálculo de la Red Aérea en Media Tensión).

Tabla 4.5 Resultados de Pérdidas por Efecto Joule – Línea Primaria

POINT	SIST.	kW	Σ kW	I (Amp)	LONG. (Km)	R (Ω/Km)	pW (kW)	Σ pW (kW)	Σ pW (%)
3	3 Ø	800	800	25,21	5,66	0,794	5,35	8,57	1,07
	Σ LONG. EFECT. L.P.				5,66				
	CASO MÁS CRÍTICO SE DÁ EN EL PUNTO						3	8,57	1,07

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.2

4.4.6 Capacidad de Ruptura de los elementos proyectados

De acuerdo a los planteamientos del Proyecto, se trata de un sistema trifásico en 22,9 kV, con neutro aislado – 3 hilos y multiaterrado; por tanto para efectos de desarrollar los cálculos, se tomará en cuenta la tensión compuesta de fase-fase sistema 3Ø (en 22,9 kV).

La potencia de cortocircuito en el Punto de Diseño es de 350 MVA, según dato proporcionado por la Empresa Concesionaria, para el nivel de tensión primaria del circuito definido y a partir de este se deriva a la referida Planta; de donde se obtienen la corriente de cortocircuito trifásico y la corriente dinámica (asimétrica):

$$\begin{aligned} I_{cc} &= 8,824 \text{ kA} \\ I_s &= 22,463 \text{ kA} \end{aligned}$$

De acuerdo al Diagrama de Unificar del presente Proyecto, se tiene como caso más crítico la potencia de cortocircuito en la estructura de Seccionamiento y Medición, que se ubica conforme se observa en los Planos del Proyecto.

- Para efectuar los cálculos respectivos, se utilizaron las fórmulas siguientes

Potencia de Cortocircuito:

$$N_{cc} = \frac{V^2}{\left| j \frac{V^2}{M} + |Z| \right|} \quad (4.18)$$

Corriente de Cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{N_{cc}}{\sqrt{3} \times V} \quad (4.19)$$

Corriente Dinámica (asimétrica):

$$I_s = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{cc} \quad (4.20)$$

Impedancia total de los conductores:

$$Z = R_{75^\circ\text{C}} + j X_{3\phi} \quad (4.21)$$

- Simbología Utilizada

V	=	Tensión nominal (22,9 kV)
M	=	Potencia CC en el punto de Diseño (320 MVA)
Z	=	Impedancia de la línea aérea (Ohm/Km)

Luego, la impedancia de cada uno de los conductores es:

Z ₁	=	Impedancia de la línea aérea (50 mm ² – Aleac. Al)
\bar{Z}_1	=	0,794 + j 0,471 (Ohm/Km)
Z	=	Z ₁ x Long. de L.P. (Ohm)

- Circuito equivalente:

Conforme a la topología de redes eléctricas, el Sistema puede ser representado por una resistencia en serie con una reactancia, como se muestra en la Fig. 4.4.



Fig. 4.4 Circuito equivalente para el cálculo de Cortocircuito

- Resultados obtenidos

En base al circuito equivalente mostrado en la Fig. 4.4 y reemplazando en las fórmulas, se tienen los resultados indicado en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Resultados de cálculos de cortocircuito – Línea Primaria

EN EL PUNTO DE DISEÑO:

S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO 7

SISTEMA: 3 Ø

M (MVA)	V (kV)	R75°C (Ω/Km)	X3Ø (Ω/Km)	I _{cc} (kA)	I _s (kA)
350,0	22,9	0,794	0,471	8,824	22,463

EN LA ESTRUCTURA: SECCIONAMIENTO

SISTEMA: 3 Ø

ESTR.	L ₁ (Km)	Z (Ω)	N _{cc} (MVA)	I _{cc} (kA)	I _s (kA)
SECC.	0,027	0,025	347,02	8,749001	22,27

Entonces los equipos de protección, seccionamiento y maniobras deberán ser capaces de soportar las capacidades de ruptura (MVA) indicados, asimismo serán garantizados para soportar una corriente dinámica (I_s) mayor de 22 kA.

Estos equipos de protección se ubicarán en la estructura de Subestación de Distribución y en el Seccionamiento y Sistema de Medición.

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.3

4.4.7 Selección de Aisladores

Se inicia definiendo los tipos de aisladores a emplearse; y se han considerado:

- Aisladores de porcelana tipo pín, Clase ANSI.
- Aisladores poliméricos tipo suspensión, para anclaje o retención.

Conforme a las premisas indicadas en el numeral 1.10 y a los cálculos ya efectuados que involucran a los conductores de las fases; para efectuar la selección de los aisladores se analizan los siguientes aspectos:

- Aspectos de diseño:

Los aisladores poliméricos tipo suspensión, anclaje o retención cumplen con los condicionantes técnicos requeridos para las estructuras de anclaje, ángulo o retención.

Los aisladores de porcelana tipo pín, cumplen con los condicionantes técnicos requeridos para las estructuras de alineamiento.

- Aspectos de montaje:

Los aisladores poliméricos tipo anclaje o retención cumplen con los condicionantes de montaje requeridos para las estructuras de anclaje, ángulo o retención.

Los aisladores de porcelana tipo pín cumplen con los condicionantes de montaje requeridos para las estructuras de alineamiento; dado que el diámetro del conductor + preformado tiene 20,81 mm., que es menor a la hendidura que tiene el aislador tipo pín Clase ANSI 56-3 (\varnothing 38,0 mm.); y permitirá un adecuado amarre.

4.4.8 Cálculo del Aislamiento

De acuerdo al numeral anterior, se utilizarán aisladores de porcelana tipo pín Clase ANSI, para alineamiento; y poliméricos tipo suspensión para anclaje o retención.

De acuerdo al diseño del Proyecto, este será trifásico y a la tensión de 22,9 kV fase – fase; se analizará las condiciones de trabajo de las instalaciones, así como también las características de los aisladores.

- Condiciones de Trabajo:

Altura de trabajo sobre el nivel del mar	450 msnm.
Temperatura base – 760 mm. Hg (To)	0° C
Temperatura de prueba (Tp)	25° C
Temperatura prom. – Hip. 2 ECE (T1)	25° C
Presión atmosférica base	760 mm Hg.
Coef. suciedad aisladores Porc./Polim.	1,15 / 1,15

- Resultados obtenidos:

01 aislador tipo Pin Clase ANSI 56-3 de porcelana, para estructuras de alineamiento.

01 aislador polimérico, Cl. EPCI - 25kV tipo suspensión o anclaje, para estructuras de anclaje y de ángulo.

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.4

4.4.9 Cálculo de la Puesta a Tierra

a) Evaluación de la resistividad del terreno

La medida de la resistividad del terreno (ρ) se ha evaluado utilizando el método de Wenner, que consiste en clavar 4 electrodos de exploración a una profundidad $b = a/20$, debiendo estar igualmente espaciados en a metros y en línea recta; inyectándose por los electrodos de los extremos una corriente I y midiéndose entre los electrodos intermedios la diferencia de potencial V , nos permite calcular el valor de la resistencia conforme a la Ley de Ohm; y mediante la fórmula de aplicación $\rho = 2 \times \pi \times a \times R$, ha dado como resultados valores de resistividad seleccionados conforme a los espaciamientos de exploración; y aplicando las Curvas de Familia STD, se obtiene la resistividad de cada estrato y las profundidades de estos (ρ_1 , ρ_2 y h_1); que finalmente nos permite evaluar la resistividad aparente del entorno, que es igual a $\rho = 29,51 \Omega\text{-m}$, en suelos de tierras de material arcilloso y húmedo.

Utilizando los valores de resistencia tomados en campo, se calculan los valores de resistividad (en función a los espaciamientos de exploración), cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7 Mediciones de Campo – Resistencia del terreno

PUNTO DE MEDICIÓN:		SUELO "A"		
ESPACIAM. A (m)	RESIST. (Ω)	R	RESISTIVIDAD ELÉCTR. $\Omega\text{-m}$	OBSERVACIONES
1	37,05		232,80	FECHA : 15/12/2007
2	12,08		151,80	TEMPERAT. : 27 °C
4	2,08		52,20	TERRENO : DE CULTIVO
8	0,29		14,80	ESTADO : HÚMEDO
16	0,12		12,32	UBICACIÓN : ZONA DE SE-1
FÓRMULA DE APLICACIÓN: $r = 2 \times \pi \times a \times R$				(TRANF. 1000 kVA)
				S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO Nº 7

Seguidamente se grafica con los valores de a (eje X) y de ρ (eje Y) en papel Log-Log de 3 x 4 décadas de 63 mm la curva respectiva, para continuar con la evaluación de la resistividad aparente del sistema.

b) Premisas y conceptos previos

A continuación se detallan las premisas y los términos usuales en el estudio que versa este rubro.

- Circuito de Corriente de Medida: Circuito cerrado que permite hacer circular por el suelo, entre dos electrodos de medidas (C1) y (C2), la corriente que inyecta el instrumento de medidas a través de conductores desde sus bornes (c1) y (c2).

- Circuito de Potencial de Medida: Circuito que permite al instrumento de medidas en sus bornes (p1) y (p2), medir la diferencia de Potencial que aparece entre dos puntos del suelo con electrodos de medida (P1) y (P2), al circular la corriente de Medida.

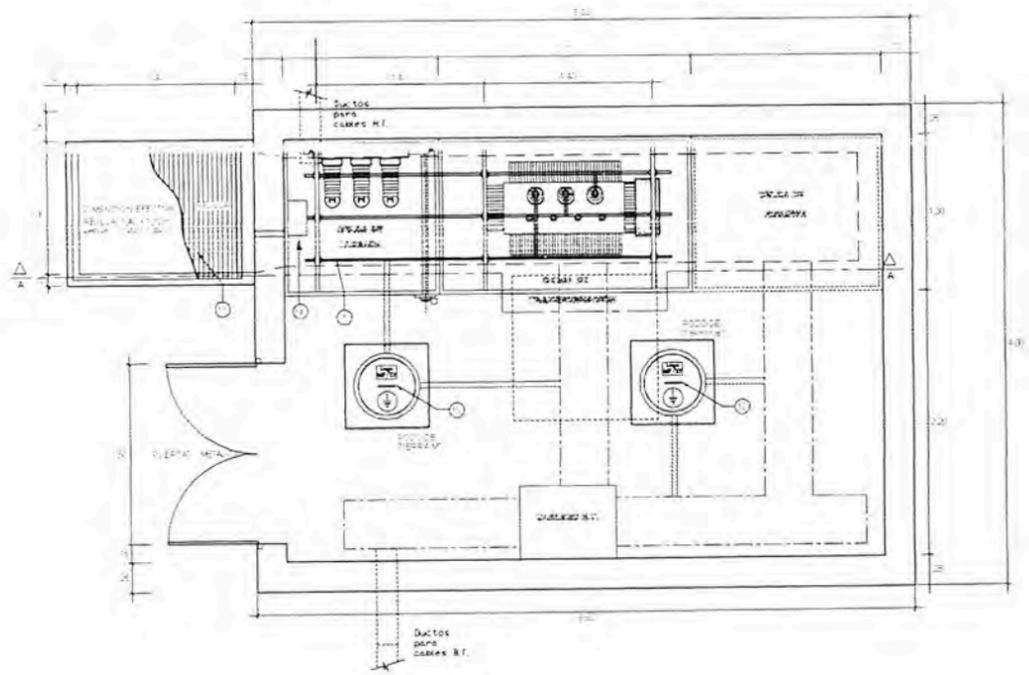
- Característica de Resistividades: Es la directriz natural de los sucesivos puntos de Medida de Resistividad del suelo, obtenidos en una localización puntual-método de Tres Puntos (ρ_e, e), o en una línea de medida-método de Cuatro Puntos (ρ_a, a).

- Punto de Inflexión (PI): Es el punto de la curva de resistividades medidas que indica la interfase entre dos estratos diferentes, representados por sendas características cóncavas opuestas, donde el número de estratos esta dado por $N^\circ (PI) + 1$.

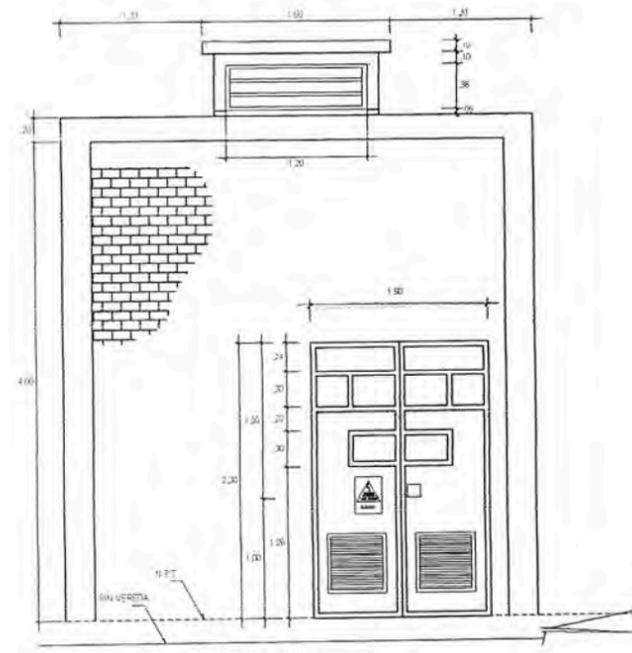
- Perfil del Suelo Estratificado: Es la representación esquemática de la sección transversal del suelo en una localización donde se conoce su conformación por superposición de capas de diferente Resistividad y espesor.

- Profundidad de exploración: Es el alcance eficaz de las medidas de resistividad del suelo, es aproximadamente el doble de la distancia entre Electrodo de Medida (método de WENNER).

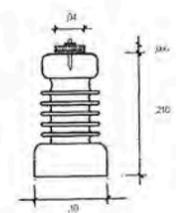
- Familia de características estándar: Esta formada por las (n) características de resistividades del suelo que corresponden a igual número de suelos diferentes de dos estratos representados por su parámetro (ρ_2 / ρ_1), es un gráfico Log-Log de 3 x 4 Décadas de 63 mm. Entonces $K_o = \rho_2 / \rho_1$; y es válido para dos estratos (Familia STD).



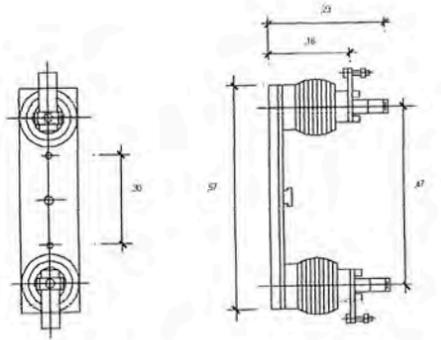
PLANTA ESC. 1:25



ELEVACIÓN ESC. 1:25



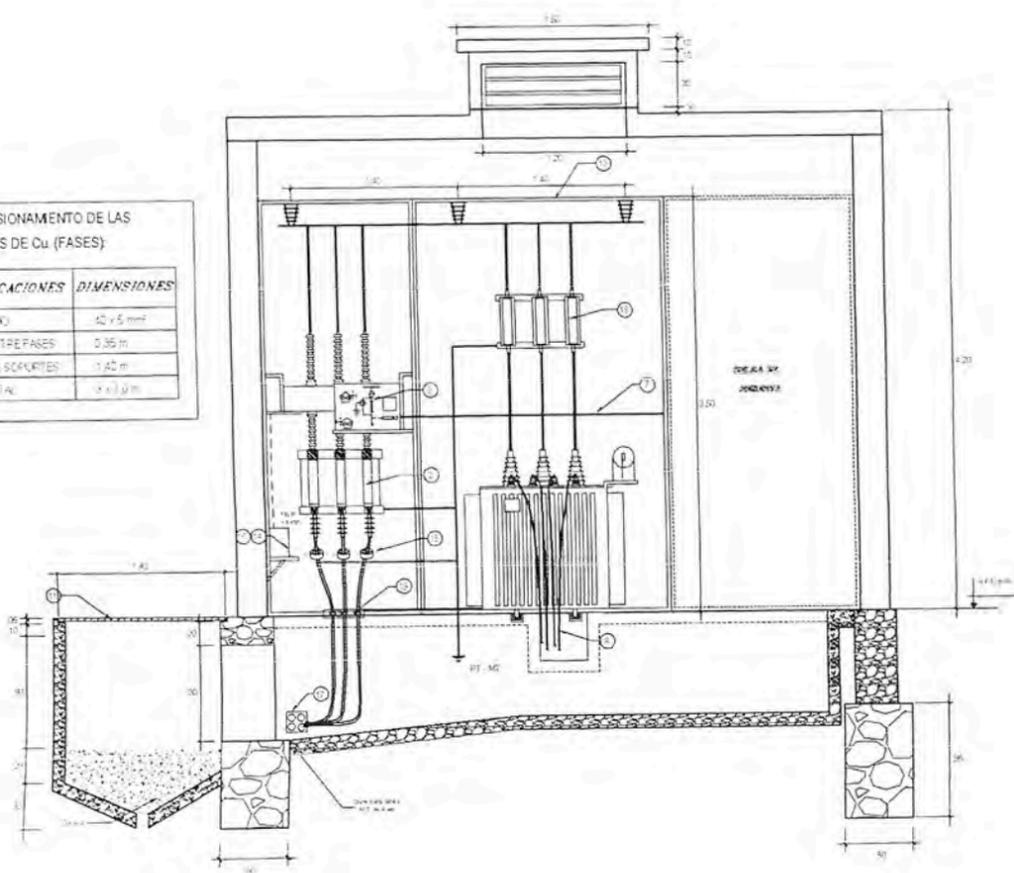
DETALLE AISLADOR PORTABARRA



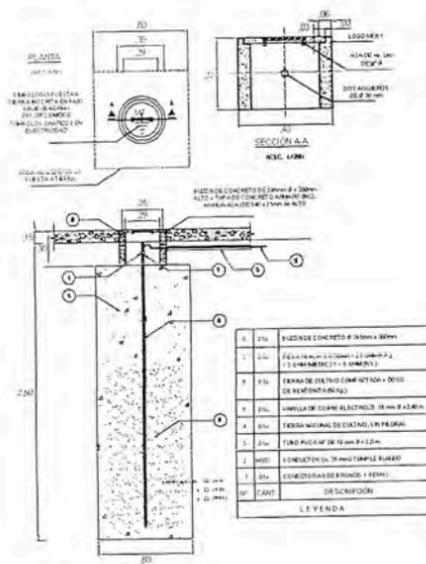
DETALLE BASE PORTAFUSIBLE SE

DIMENSIONAMIENTO DE LAS BARRAS DE Cu (FASES)

ESPECIFICACIONES	DIMENSIONES
LARGO x ANCHO	42 x 5 mm ²
DISTANCIA ENTRE FASES	0,35 m
DISTANCIA DE SOPORTES	1,40 m
LARGITUD TOTAL	2 x 1,40 m



CORTE A-A ESC. 1:25



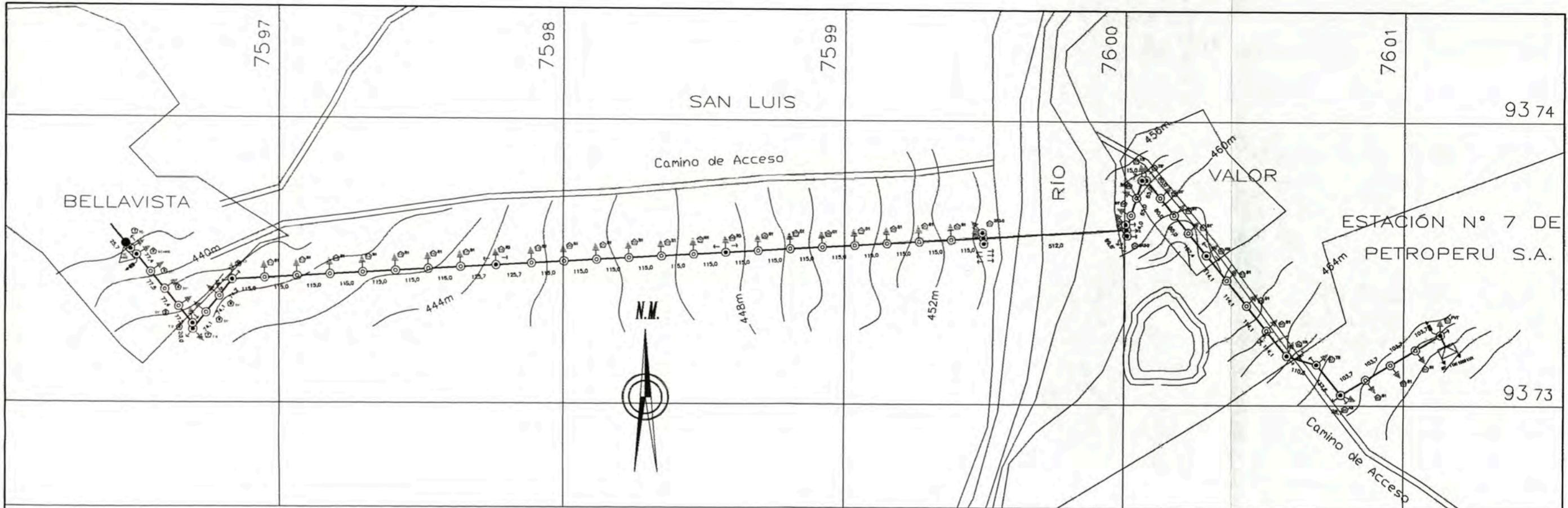
DETALLE POZO DE TIERRA ESC. 1:25

19	1 c/d.	ABRAZADERA DE Aço. SOPORTE DE CABLE N2XSY Y TERMINACIONES
18	1 c/d.	BASES PORTAFUSIBLE Y FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE 24 kV - 40 A
17	5 un.	DUCTO DE CONCRETO DE 4 VÍAS - CABLE SECO N2XSY 18/30 kV - 50 mm ²
16	1 c/d.	RELES DE PROTECCIÓN, INCLUYE Vaux 24 Vcc; PTO. RS-485 Y RS-432
15	3 c/d.	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (TOROIDAL) 100/1 A 2VA Cl. 1 24 kV
14	1 c/d.	CUBÍCULO DE CONTROL Y AJUSTE DE RELES; INCLUYE BATERÍAS, CABLES DE CONEXIONADO Y RELES.
13	1 c/d.	PUESTA A TIERRA BT Y MT, CON VARILLA DE COBRE DE 2,40 m X 16 mm Ø
12	2 c/d.	TABLERO GENERAL DE BAJA TENSION DE 480 V - 60 HZ
11	1 c/d.	REJILLA CON PERSIANA DE CELOSÍA Y PERFILES DE Aço. DE 1,40 x 1,10 m
10	1 c/d.	PERFIL DE 2" x 2" x 3/16" - CELDAS
9	12 c/d.	AISLADOR PORTABARRAS 24 kV - 432 mm. DISTANCIA DE FUGA
8	10 m.	CABLE DE COMUNICACIÓN DE B.T. NYNY 1 kV CONFORME A ESPEC. TECN.
7	1 c/d.	BARRAS PARA PUESTA A TIERRA - PLATINA DE Cu. ELECTROLIT. 30 x 5 mm ²
6	96 m.	CABLE SUBTERRANEO TIPO N2XSY - 18/30 kV 1 x 50 mm ² (INST. 3-1x50mm ²)
5	1 kit	TERMINACIÓN PARA CABLE SECO DE 18/30 kV - 50 mm ² INSTAL. INTERIOR
4	1 un.	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 1000 kVA 22,9 / 0,48-0,28 kV - Dyn 5
3	1 c/d.	INTERRUPTOR TRIPOLAR ACC. BAJO CARGA, EN VACÍO DE 24kV 630A 16kA
2	1 c/d.	BASES PORTAFUSIBLE Y FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE 24 kV - 63 A
1	1 c/d.	BARRAS PARA FASES Y DERIV. PLATINA DE Cu. ELECTROLITICO 40 x 5 mm ²
ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

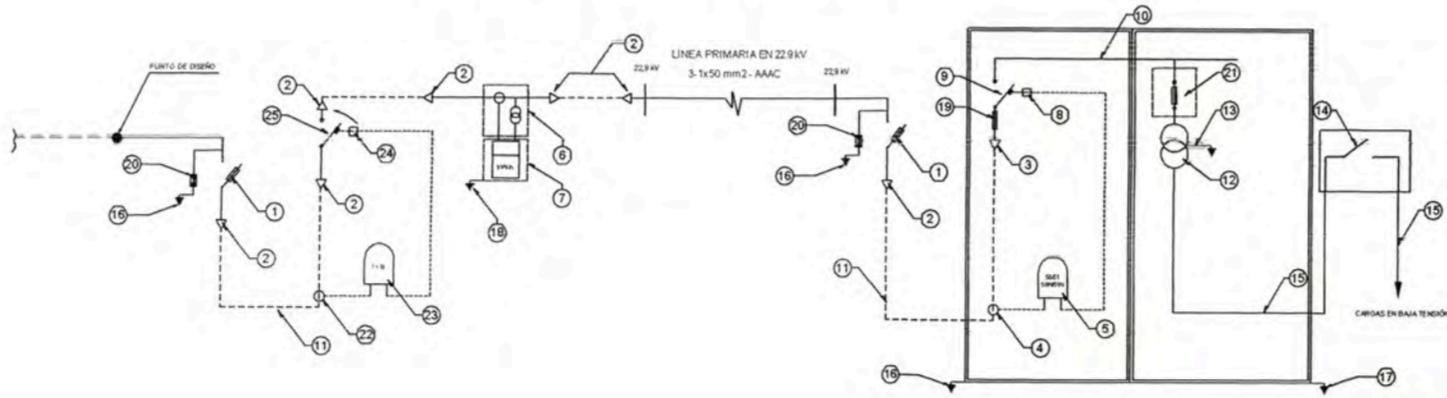
PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV - ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO

TÍTULO:	SUBESTACIÓN EN CASETA EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO	ESCALA:	INDICADA	UBIC.:	DPTO. AMAZONAS
DISEÑO:	U. CÁRDENAS J.	REVISADO:	J. YANQUE M.	FECHA:	FEB.-08
APROBADO:	J. YANQUE M.	PLANO N°:	SU-02		



IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	SECCIONADOR UNIPOLAR TIPO CUT-OUT 27kV-200A-150kV BI.
2	TERMINACIÓN PARA CABLE TIPO NX2SY 18/30 kV - 50 mm ² - USO EXTERIOR
3	TERMINACIÓN PARA CABLE TIPO NX2SY 18/30 kV - 30 mm ² - USO INTERIOR
4	TRANSF. DE CORRIENTE DE 24 kV - 100/1 A. ACOPLADO A RELÉ
5	RELÉ DE PROTECCIÓN FALLA A TIERRA Y SOBRECORRIENTE FASE-FASE (60S1 Y 60S1N), ACOPLADO A INTERRUPTOR TRIPOLAR ACC. BAJO CARGA
6	TRAFOMIX 22.9/22 kV DE 10-20-30/5 A. CLASE 0.2 BCO
7	MEDIDOR ELECTRON. 3Φ-4 HILOS A HILO, CLASE 0.2 CAPIERTO RS485
8	BOBINA DE DISPARO RELÉS 60S1 Y 60S1N ACOPLADO A INTERRUPTOR
9	INTERRUPTOR TRIPOLAR ACC. BAJO CARGA - EN VACÍO, 630 A, 24 kV
10	BARRAS PRINCIPALES DE PLATINA DE COBRE DE 40 x 5 mm (PINTADOS)
11	CABLE DE ENERGÍA 18/30 kV TIPO NX2SY DE 3 - 1 x 50 mm ²
12	TRANSFORMADOR 3Φ DE 22.9/46-0.28 kV GRAN POT. 1000 kVA
13	PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR DE POTENC. (B.T.)
14	INTERRUPTOR PRINCIPAL B.T. TERMOMAG. RESOL. - 3x1250 A - 690 V - 85 kA
15	SALIDA BAJA TENSIÓN CABLE MYY 1 kV DE 2/3 - 1 x 50/85 + 3 - 1 x 85 mm ²
16	PUESTA A TIERRA DE MEDIA TENSIÓN
17	PUESTA A TIERRA DE BAJA TENSIÓN
18	PUESTA A TIERRA DE SISTEMA DE MEDICIÓN
19	FUSIBLE TIPO CEF LIMITADOR DE CORRIENTE DE 80 A - 24 kV, INCL. BASES
20	PARARRAYOS DE OZ de 21 kV - MCOV 17 kV-10 kA
21	FUSIBLE CEF LIMITADOR DE CORRIENTE DE 40 A - 24 kV, INCL. BASES
22	TRANSF. DE CORRIENTE DE 24 kV - 100/1 A. ACOPLADO A RECIOSER
23	RELÉ DE MÁX. CORRIENTE ACOPLADO A RECIOSER
24	BOBINA DE DISPARO RELÉ MÁXIMA CORRIENTE ACOPLADO A RECIOSER
25	RECIOSER DE 27 kV-960 A-12.5 kA 150 kV BI.

DIAGRAMA UNIFILAR



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
SE-1	SUBESTACIÓN EN CASETA 3Φ - POTENCIA INDICADA
SC+ME	ESTRUCT. DE SECCIONAMIENTO Y MEDICIÓN CON TRAFOMIX
⚡	PARARRAYOS DE ÓXIDO METÁLICO DE 10 kA - 21 kV - MCOV 17 kV
⊥	PUESTA A TIERRA
---	LÍNEA PRIMARIA 22.9 kV - 3Φ - 3 HILOS EXISTENTE
—	LÍNEA PRIMARIA 3Φ - 1 TERNA - 50 mm ² - AAAC 6201 PROJ.
→	RETENIDA DE M.T. TIPO SIMPLE PROYECTADA
●	ESTRUCTURA CON POSTE DE C.A.C. DE 13 m - EXISTENTE
⊙	ESTRUCTURA CON POSTE C.A.C. DE 13 m - 300 Kg. PROYECT.
⊙	ESTRUCTURA CON POSTE C.A.C. DE 13 m - 400 Kg. PROYECT.

LEYENDA


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV - ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO		
TÍTULO:	ESCALA:	UBIC.:
RECORRIDO DE LÍNEA PRIMARIA EN 22,9 kV	1:15000	DPTO. AMAZONAS
DISEÑO:	REVISADO:	APROBADO:
U. CÁRDENAS J.	J. YANQUE M.	J. YANQUE M.
FECHA:	PLANO N°:	
FEB.-08	SU-03	

•Coeficiente de Inflexión K: El método empleado para la estratificación del suelo, recoge la propiedad del Coeficiente de Inflexión "K" y es conocido como el Método de PIRSON, que se resuelve mediante la ecuación de LAPLACE, cuyo detalle se indica más adelante. $K = (\rho_2 - \rho_1) / (\rho_2 + \rho_1)$.

•Gráfico de Campo - Localización (A): Ubicado el "origen virtual" O1 en el Gráfico de Campo, se proyecta este en el eje de ordenadas para obtener ρ_1 y en el de abscisas para obtener h_1 ; asimismo dado que $K_0 = \rho_2 / \rho_1$ ($K_0 = 1/20$), se obtiene ρ_2 ; entonces se trata de un suelo de dos estratos. Para ubicar el "origen virtual" O1, se inicia superponiendo el Gráfico de Campo a la Familia de Curvas STD y donde se alinea de comienzo a fin, determina el valor de K_0 ; luego, ubicado el origen O, define también en el Gráfico de Campo el origen virtual O1, conforme se muestra en la Fig. 4.6.

c) Cálculo de la resistividad aparente del sistema (ρ)

Aplicando el concepto del parámetro K_0 y en concordancias con la Fig. 4.5 y la Fig. 4.6; se establece que:

ρ_1	=	257,0 Ω -m	K_0	=	1/20
h_1	=	1,65 m	ρ_2	=	12,85 Ω -m
h_1'	=	$(h_1 - z)$ m	Z	=	0,20 m
h_1'	=	1,45 m	L	=	2,44 m

Fórmula de aplicación (resistividad aparente ρ):

$$\rho = \frac{L \times \rho_1 \times \rho_2}{\rho_2 \times h_1' + \rho_1 \times (L - h_1')} \quad (4.22)$$

Entonces: $\rho = 29,51 \Omega$ -m

Donde:

ρ = Resistividad aparente del sistema.

Z = Profundidad libre por debajo del suelo, parte superior de la varilla.

L = Longitud de la varilla de puesta a tierra.

h_1 = Profundidad del estrato 1.

ρ_1 = Resistividad del estrato 1.

ρ_2 = Resistividad del estrato 2.

K_0 = Parámetro de Curvas de la Familia STD.

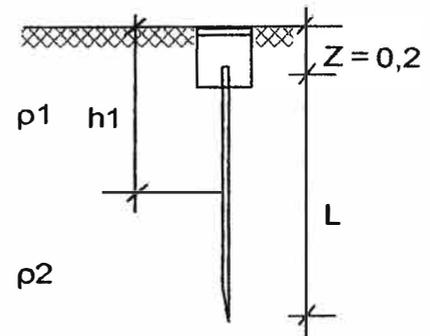


Fig. 4.5 Suelo de dos estratos

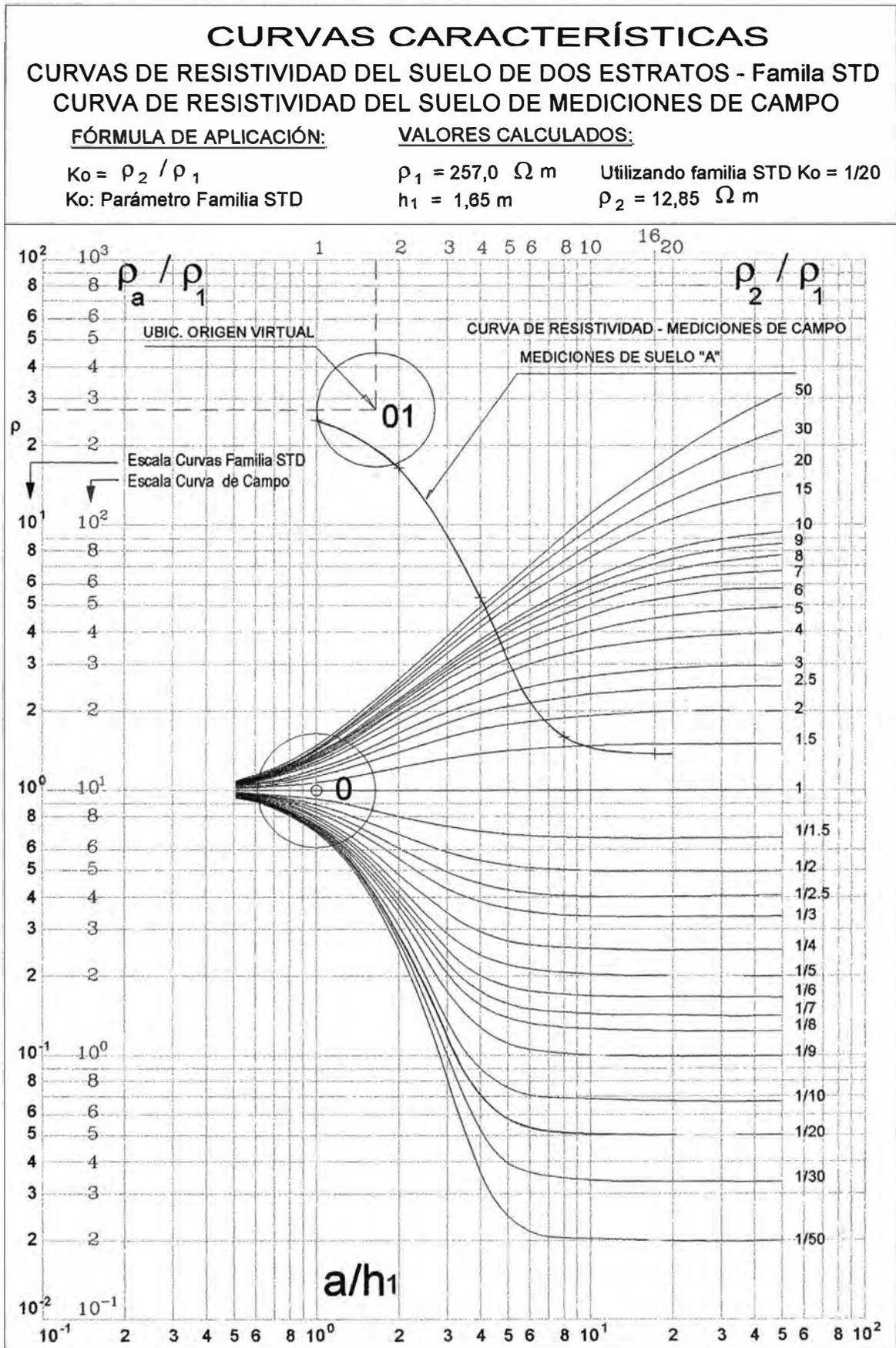


Fig. 4.6 Curvas de Resistividad del Suelo de Dos Estratos - STD

d) Cálculo de la resistencia a tierra

Se instalarán puestas a tierra de tipo varilla vertical en las estructuras de Seccionamiento + Sistema de Medición, Subestación en Caseta y postes de la Línea Primaria, conforme se muestra en los Planos del Proyecto.

Luego, considerando el valor de la resistividad aparente del terreno calculado, se procederá al cálculo de la resistencia a tierra.

- Datos:

Se ha previsto un electrodo consistente de una varilla de Copperweld de 16 mm \varnothing x 2,44 m., instalado verticalmente, donde:

L : Longitud de la varilla Copperweld L = 2,44 m (8')

a : Radio de la varilla Copperweld a = 0,008 m (5/16")

Kt : Factor de corrección Kt = 0,25.

Rt : Resistencia a tierra a calcular (en Ohm).

- Aplicación de fórmulas:

Para calcular la resistencia Rt, se utilizará la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L} \times \left[\ln \frac{4 \times L}{a} - 1 \right] \quad (4.23)$$

- Resultados obtenidos:

Desarrollando la fórmula anterior, se tiene: $R_t = 0,3983 \times \rho$

Habiéndose calculado para el Proyecto la resistividad aparente del terreno ρ ($\rho = 29,51 \Omega\text{-m}$) y utilizando para mejorar el comportamiento del suelo, compuestos de Bentonita que cumplen con las prescripciones técnicas del CNE-S Regla 036.B (se considera como factor de corrección $K_t = 0,25$), con lo que obtenemos:

$$R_t = 0,3983 \times \rho \times K_t \quad (4.24)$$

Conforme a las características del Proyecto; se requiere:

- Para el lado de Media Tensión $R_t \leq 25 \Omega$; y se obtiene: $R_{t1} = 2,93 \Omega$ OK!
- Para el lado de Baja Tensión $R_t \leq 6 \Omega$; y se obtiene: $R_{t2} = 2,93 \Omega$ OK!
- Para el Sistema de Medición $R_t \leq 3 \Omega$; y se obtiene: $R_{t3} = 2,93 \Omega$ OK!

La medición final se verificará en Obra y se efectuará después por lo menos 72 horas después de haber montado la puesta a tierra.

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.5

4.4.10 Cálculo y Selección de Seccionadores Unipolares tipo CUT OUTS

Conforme al diseño del presente Proyecto, se tiene:

a. Características generales:

Sistema	: 3Ø, con neutro aislado
Nivel de Tensión	: 22,9 kV
Tensión máxima del Sistema	: 25 kV
Dispositivos a proteger	: Equipos de Seccionamiento y Medición (Trafomix) y Transformador de Potencia.
Potencia nominal transformador	: 1000 kVA (SE-1)
Pot. corto circuito Punto de Diseño	: 350 MVA
Selectividad	: Se deberá de prever la coordinación de fusibles en el lado de M.T., para el Transformador y luego para el Seccionamiento.

b. Fórmulas a aplicar y resultados obtenidos

- Cálculo del BIL del cortacircuito (BILco):

$$\text{BILco} = \text{BIL} \times F1 \quad (4.25)$$

Donde:

BIL: Nivel básico de aislamiento del sistema = 125 kVp (ver numeral 4.2.1)

F1: Factor de maniobrabilidad; se considera $F1 = 1,20$.

De donde se obtiene: $\text{BILco} = 150 \text{ kVp}$

- Cálculo de la intensidad de corriente nominal del Cut Out (I_{N-CO}):

$$I_{N-CO} = I_n \times F2 \quad (4.26)$$

Donde:

I_n : Intensidad de corriente nominal del fusible ($F_{\text{use}_{\text{MAYOR}}} = 50 \text{ A}$); cuyo detalle de seleccionamiento, se verá mas adelante.

F2: Factor de seguridad; se considera $F2 = 3,00$

De donde se obtiene: $I_{N-CO} = 150 \text{ A}$.

- Selección de la longitud de fuga del cortacircuito (L_{co}):

Ésta longitud ya fue calculada (ver fórmula 2.4), donde se considera la tensión máxima de servicio entre fases $V_m = 25 \text{ kV}$; luego $L_{co} = 500 \text{ mm}$.

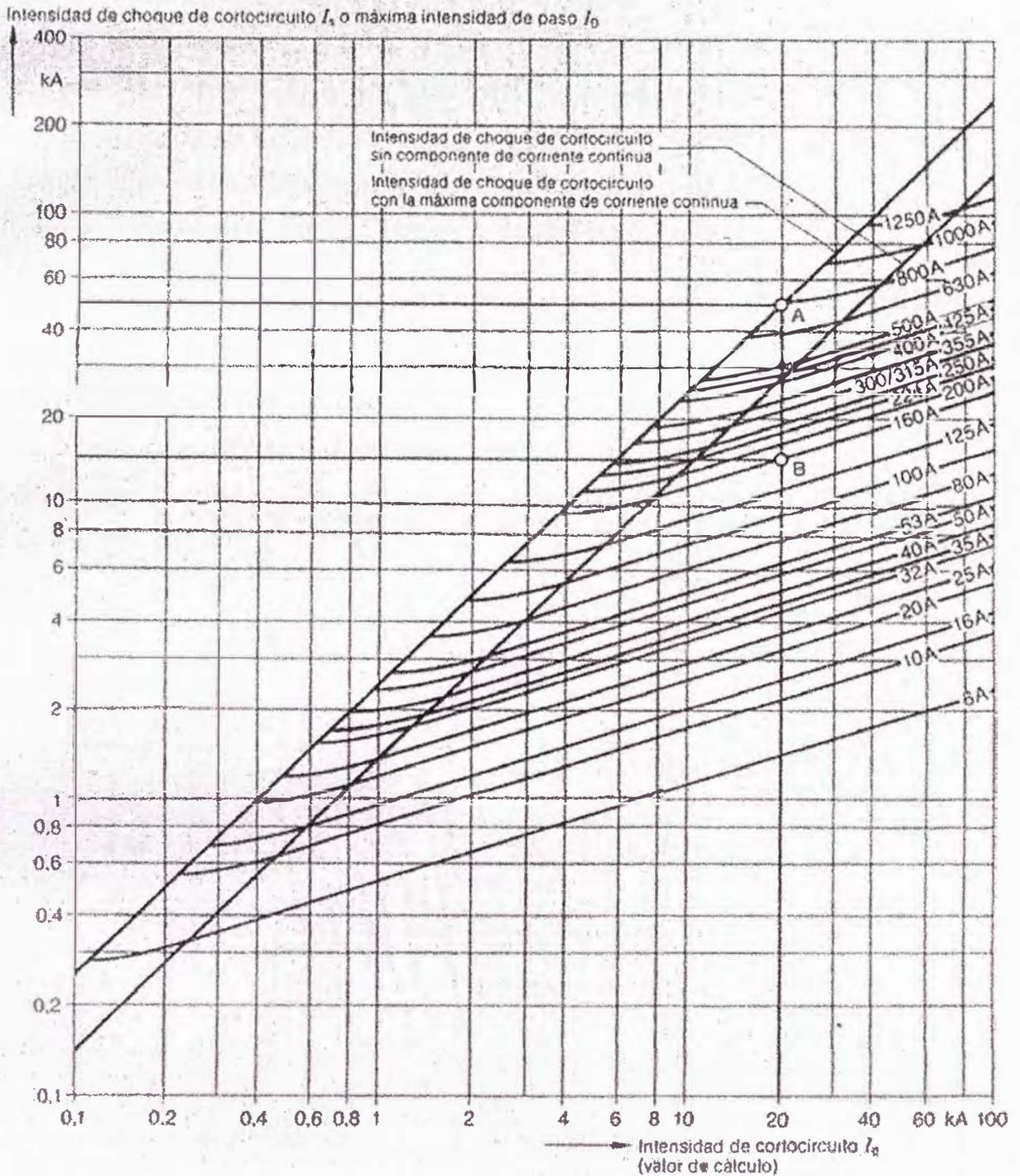


Fig. 4.7 Curvas para seleccionar la Intensidad de Paso I_D

- Cálculo de la máxima intensidad de paso del cortacircuito (I_D):

Conforme a los cálculos de cortocircuito, se tiene en el punto de aplicación de los Cut Outs $I_{cc}' = 8,68$ kA y considerando que para proteger el transformador de 1000 kVA se están seleccionando fusibles de 40 A y 50 A (en los cortacircuitos); con estos datos se procede a evaluar las intensidades de corrientes.

Para ello se utilizarán los datos correspondientes que se extraen de la Fig. 4.7, es decir para $I_{cc'} = 8,68 \text{ kA}$ y $I_{fuse} = 50 \text{ A}$, se obtiene $I_D = 4,65 \text{ kA}$ (eje de abscisas), que constituye la intensidad máxima de corriente de paso, aplicable al cortacircuito. A la vez que ésta intensidad de corriente viene a ser la intensidad de corriente asimétrica del cortacircuito (I_{AS}).

- Cálculo de la tensión nominal del cortacircuito (V_{co}):

$$V_{co} = V_N \times F3 \quad (4.27)$$

Donde:

V_N : Tensión nominal del sistema.

$F3$: Factor de seguridad; se considera $F3 = 1,15$

De donde se obtiene: $V_{co} = 26,3 \text{ kV}$; este valor en ningún caso deberá ser menor que $V_m = 25,0 \text{ kV}$.

- Resultados obtenidos:

Tabla 4.8 Resultados obtenidos - Cut Outs

DE ACUERDO A CATÁLOGOS, LOS CUT OUTS SERÁN DE:

I (A)	V_L (kV)	BIL (kV)	I_{AS} (kA)	FUSE "K" (A)	L_{co} (mm)
200,0	27,0	150,0	8,0	Variable	500,0

DESCRIPCIÓN	SECCIO- NAMIENTO	TRAF01 EN CASETA
SISTEMA	3 Ø	3 Ø
POT. APARENTE	1000,0 kVA	1000,0 kVA
TENSIÓN NOMINAL V_N	22,9 kV	22,9 kV
FUSE CUT OUT "K"	$\geq 50,0 \text{ A}$	40,0 A

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.6

4.4.11 Cálculo de fusible limitador de corriente para CUT OUTS

Conforme al diseño del presente Proyecto, se tiene:

a. Datos del sistema:

Sistema : 3Ø, con neutro aislado

Nivel de Tensión : $V_N = 22,9 \text{ kV}$ ($V_{m\acute{a}x} = 25 \text{ kV}$)

Potencia aparente del transformador : $S_N = 1000 \text{ kVA}$

b. Cálculo de corriente de diseño en Media Tensión (I_{DIS}):

$$I_{DIS} = \frac{S_N \times F4}{\sqrt{3} \times V_N} \quad (4.28)$$

Donde:

I_{DIS} : Corriente de diseño, para protección del transformador.

F4: Factor de seguridad; se considera $F4 = 1,20$

De donde se obtiene $I_{DIS} = 30,25 A$

c. Cálculo de corriente de inserción [Inrush] (I_I)

$$I_I = 12 \times I_{DIS} \quad (4.29)$$

Donde:

I_I : Corriente de inserción, que se da en un tiempo de $t = 0,1$ seg.

t : Tiempo de duración de la referida corriente.

De donde se obtiene $I_I = 363 A$

d. Cálculo de corriente máxima admisible de cortocircuito ($I_{MÁX}$)

$$I_{MÁX} = 20 \times I_{DIS} \quad (4.30)$$

Donde:

$I_{MÁX}$: Corriente máxima admisible de cortocircuito del fusible, para $t = 2,0$ seg.

De donde se obtiene $I_{MÁX} = 605 A$; (conforme a la norma ANSI C57.12, se tiene $I^2 \times t < 1250$; de donde $I < 25$, que se refiere al número de veces de la corriente de diseño; entonces optamos por un moderado valor igual a 20 veces I_{DIS}).

e. Selección de la corriente nominal del fusible (I_{FUSE})

Luego de obtener $I_I = 363 A$ e $I_{MÁX} = 605 A$; ingresamos a la curva para fusibles tipo "K" Corriente – Tiempo de Fusión, que se consigna como ANEXO C, de donde se obtienen las corrientes de 30 A y 100 A; por consiguiente seleccionamos 40 y 50 A, para los fusibles de los cortacircuitos.

4.4.12 Cálculo de Pararrayos

Para la elección adecuada de los pararrayos tipo autoválvula se deberá proceder por calcular la tensión eficaz de extinción del arco; teniendo en consideración las reglas de coordinación de aislamiento.

Así mismo; conforme a recomendaciones dadas en VDE 0675, los pararrayos se disponen en paralelo con el objeto protegido y se conectan de ser posible, en su inmediata proximidad; los bornes de salida de los pararrayos se deberán cortocircuitar para luego conectarse a la puesta a tierra.

Se considera como factor de sobretensión en las fases no involucradas debida a cortocircuitos para fallas monofásicas del sistema a tierra $F_{sv1\emptyset} = 1,105$; con lo que obtenemos la sobretensión temporaria del sistema TOV_{sist} :

$$TOV_{sist} = \frac{V_{max}}{F_{sv1\emptyset}} = V_{max} \cdot f_t \cdot F_{pt} \quad (4.31)$$

Y reemplazando datos, $TOV_{sist} = 25 / 1,105 = 22,62 \text{ kV}$

Así mismo, se obtiene F_{pt} :

$$F_{pt} = \frac{TOV_{sist}}{U_n / \sqrt{3} \times F_{vm}} \quad (4.32)$$

Reemplazando datos se tiene $F_{pt} = 22,62 / (22,9 / \sqrt{3} \times 1,09) = 1,567$; para un tiempo t menor a 10 seg.

Luego calculamos la tensión máxima de operación continua del sistema $MCOV_{sist} = V_{max} / \sqrt{3} = 14,43 \text{ kV}$.

De modo similar se define que $MCOV_{par} > 14,43 \text{ kV}$ y $TOV_{par} > 22,62 \text{ kV}$ (debiendo ser estos valores mayores que para el sistema).

Se hace necesario explicar las sobretensiones temporales (TOV), que a diferencia de las sobretensiones instantáneas, son sobretensiones de frecuencia industrial oscilantes de duración relativamente larga (entre algunos ciclos y varias horas); entonces como $t < 10$, se define el factor $Tr = 1,10$, con lo que se obtiene la tensión nominal del pararrayos U_r , en función de la tensión inicial U_{re} :

$$U_r \geq U_{re} = \frac{TOV_{sist}}{Tr} \quad (4.33)$$

Reemplazando datos, se tiene $U_r \geq U_{re} = 22,62 / 1,10 = 20,57$; cabe señalar que U_r corresponde al valor mayor entre U_{re} y $U_{ro} = MCOV_{sist} / 0,8$

Y los resultados finales obtenidos son:

Los pararrayos deberán tener las siguientes características:

- ◇ $V = 22,9 \text{ kV}$
- ◇ Sistema $3 \emptyset$
- ◇ $MCOV = 17,0 \text{ kV}$
- ◇ $U_r = 21,0 \text{ kV}$ (tensión nominal - pararrayos)

Los cálculos son válidos para sistema $3\emptyset$, con neutro aislado; y conexión de los pararrayos entre fase - tierra:

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.7

4.4.13 Coordinación de aislamiento

Para los pararrayos de 21 kV, el margen de protección MP1 (a onda cortada) y MP2 (a onda plena), con una long. de L = 2,50 m., están dados por:

$$MP_1 = \frac{115 \times BIL_{eq}}{V_{foc}} - 100 \quad MP_2 = \frac{BIL_{eq} \times 100}{V_d - V_l} - 100 \quad (4.34)$$

$$V_l = 5,2 \text{ kV} / \text{m} \times L \quad (4.35)$$

Luego reemplazando datos se obtiene: MP1 = (115 x 125 / 73) – 100 = 96,9 % y MP2 = 125 x 100 / (64 + 13) – 100 = 62,3 %; Vd y Vfoc son datos de Catálogos.

4.4.14 Cálculos de relación de transformación - Trafomix

El transformador mixto de medida (con bobinados de tensión y corriente que se conexionan en Media Tensión) que denominamos TRAFOMIX, requiere de un análisis donde se determinarán las características de sus bobinados: 03 bobinados de tensión y 03 bobinados de corriente, conectados en estrella.

- La relación de transformación de los bobinados de tensión serán concordantes con la tensión del Sistema (en MT) y la que corresponde al Medidor Electrónico (en BT): 22,9/0,22 kV; con conexionado en estrella, con neutro puesto a tierra.
- Para analizar los bobinados de corriente y su relación de transformación se deberá considerar:

Tensión del Sistema	=	22,9 kV
Factor de Potencia	=	0,8
Tipo de Sistema	=	3Ø

Pronóstico de la Máxima Demanda (Proyectada)

a) Máxima Demanda Inicial	=	346,5 kW
b) Máxima Demanda Interm.	=	594,0 kW
c) Máxima Demanda Final	P =	792,0 kW
d) Potencia Nominal - Transform.	=	1000,0 kVA

Entonces:

$$I_n = P / (\sqrt{3} \times V_n \times \cos \emptyset) = 25,0 \text{ A}$$

Luego se determina:	Id1	=	10,0 A
	Id2	=	20,0 A
	Id3	=	30,0 A

Ergo, los bobinados de corriente tendrán la relación de transformación de 10-20-30/5 A; con conexionado en estrella, con neutro puesto a tierra.

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.8

4.5 Cálculos mecánicos

4.5.1 Cálculo mecánico de conductores

a) Características de conductores de fase:

Material	: Aleac. Aluminio (AAAC), tipo 6201–T81
Tipo	: Desnudo
Formación	: Cableado
Sección y N° de hilos	: 50 mm ² - 7 Hilos
Diámetro (mm)	: 9,10
Peso (Kg/Km)	: 137,0
Carga de ruptura (kN)	: 14,01 (1428 Kg).
Módulo de elasticidad (Kg/mm ²)	: 5,700
Coef. de dilatación lineal (1/°C)	: 23 x 10 ⁻⁶

b) Condiciones básicas del Proyecto:

Presión del Viento:

- Conforme al Código Nacional de Electricidad - Suministro - Numeral 250.C; aplicaremos la fórmula $P_v = K \times V^2 \times S_f \times A$ **(4.36)**

Donde:

P_v	: Carga del viento en kN.
K	: Constante de presión; que para altitudes menores a 3000 m.s.n.m. es igual a 0,000613.
V	: Velocidad del viento en m/s; que corresponde a la Zona A (ligera) y Área 0; con $V^2 = 19.5 \text{ m/s} = 70,2 \text{ Km/Hr}$ y $T = 25^\circ\text{C}$.
S_f	: Factor de forma; para estructuras cilíndricas = 1,0.
A	: Área proyectada en m ² .

De acuerdo a la ubicación geográfica de la Zona donde se ubicará el ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7, se considera que la velocidad del viento es constante, tanto a 5°C, como a 25°C; lo que nos permitirá formular las Hipótesis de Cálculo para el presente Proyecto, en las condiciones de máximo esfuerzo; entonces se obtiene: $P_v = 23,79 \text{ Kg / m}^2 = 0,233 \text{ kN / m}^2$
Para las condiciones de esfuerzos máximos se considera la acción del peso propio del conductor y la sobrecarga debido al viento a una temperatura mínima de 5°C.

Altitud de instalación:

- Conforme a la ubicación del Proyecto, se tiene para 0 – 3000 m.s.n.m., de acuerdo con el CNE-S (altitud promedio del Proyecto 450 m.s.n.m.)

Temperaturas que intervienen:

- Hip. I : T1 = 5°C
- Hip. II : T2 = 25°C
- Hip. III : T3 = 15°C
- Hip. IV : T4 = 50°C

Discriminación de Hipótesis:

- Tomando en cuenta las condiciones básicas y complementarias del Proyecto, se seleccionarán las Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductores del siguiente modo:
 - § Esfuerzos máximos : Con V = 70,2 Km/Hr y 5°C
 - § Esfuerzos diarios (EDS) : Temperatura ambiente, sin viento.
 - § Esfuerzos combinados : Con V = 70,2 Km/Hr y 25°C
 - § De flecha máxima : Temperatura máxima (50°C), sin viento.

c) Formulación de Hipótesis de Cálculo:

Considerando la zona del Proyecto y tomando en consideración la Regla 250.B del CNE-S (Tablas 250-1.A y 250-1.b), para los cálculos mecánicos de conductores se analizarán mediante las cuatro siguientes Hipótesis:

- Hipótesis 1: Condiciones de Esfuerzo Máximo

Temperatura ambiente mínima	:	5°C
Velocidad del viento	:	70,2 Km/Hr.
- Hipótesis 2: Condiciones de Esfuerzos Diarios (EDS)

Temperatura ambiente	:	25°C
Velocidad del viento	:	0
Esfuerzo normal (σ_2) – sin corrección	:	6,00 Kg/mm ² .
- Hipótesis 3: Condiciones con Parámetros Combinados

Temperatura ambiente	:	15°C
Velocidad del viento	:	70,2 Km/Hr.
- Hipótesis 4: Condiciones de Flecha Máxima

Temperatura ambiente máxima	:	50°C
Velocidad del viento	:	0

d) Ecuaciones consideradas:

Ecuación Cambio de Estado de Conductores (Vanos a desnivel):

$$(\sigma_2)^2 \left[\sigma_2 - \sigma_1 + \alpha E (T_2 - T_1) \cos \delta + \frac{d^2 E (W_1)^2 \cos^3 \delta}{24 A^2 (\sigma_1)^2} \right] = \frac{d^2 E (W_2)^2 \cos^3 \delta}{24 A^2} \quad (4.37)$$

Donde: $\cos \delta = d/b$; $d =$ Vano horizontal; $b =$ Vano real

Carga Resultante Unitaria del Conductor:

$$W^2 = (W_c)^2 + (W_v)^2 \quad (4.38)$$

$$W_v = P_v \times \varnothing / 1000 \quad (4.39)$$

e) Flecha del conductor:

Conforme a la topografía del terreno, se observa que no presente pendientes o desniveles accidentados; entonces considerando la relación entre el vano y el desnivel ($h/d < 0,2$ conforme se muestra en la Fig. 4.8), se tiene:

$$F = \frac{d^2 \times W_r}{8 \times A \times \sigma} \quad (4.40)$$

f) Vano básico:

Conforme al numeral 4.4.2 y considerando desniveles moderados, se tiene el $V_{\text{BÁSICO}}$ para Línea Primaria de 115 m.; y un desnivel $h_D = 3,1$ m.

g) Esquema considerado:

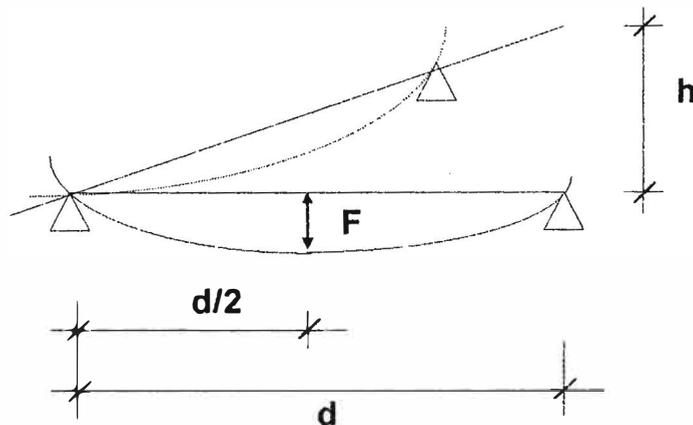


Fig. 4.8 Relación entre la Flecha, el Desnivel y el Vano

h) Simbología utilizada:

- A : Sección del conductor (mm²)
- E : Módulo de Elasticidad final del conductor (Kg/mm²)
- V : Velocidad del viento (Km/Hr)
- d : Vano equivalente – horizontal (m)
- b : Vano real entre estructuras (m)
- F : Flecha del conductor (m)
- h : Desnivel entre apoyos (m)
- T1 : Temperatura ambiente en la hipótesis inicial (°C)
- T2 : Temperatura ambiente en la hipótesis final (°C)
- Pv : Presión del viento sobre el conductor (Kg/m²)
- Wc : Peso propio unitario del conductor (Kg/m)
- Wv : Carga unitaria debida al viento (Kg/m)
- Wr : Peso resultante en el conductor (Kg/m)
- α : Coeficiente de dilatación lineal del conductor (1/°C)
- σ_1 : Esfuerzo normal del conductor hipótesis inicial (Kg/mm²)
- σ_2 : Esfuerzo conductor hipótesis final (Kg/mm²)
- \emptyset : Diámetro exterior del conductor
- β : Angulo de desnivel entre apoyos (grados)
- Vb : Vano básico o ideal de regulación (m).
- Subíndice 1: Parámetro Requerido para la hipótesis inicial
- Subíndice 2: Parámetro Requerido para la hipótesis final

i) Resultados obtenidos:

Los cálculos efectuados y los resultados obtenidos han sido desarrollados teniendo en consideración los condicionantes del Proyecto; siendo los más relevantes los siguientes (caso de Línea Primaria):

- Tipo de Conductor : AAAC de 50 mm²
- T.C.D. (verificado) : 5,724 Kg/mm²

Se desarrollan las diferentes Hipótesis de Cálculos, de acuerdo a las condiciones y parámetros del Proyecto, y se hallan las soluciones de las Ecuaciones de Cambio de Estado, considerando el Vano Básico calculado para el presente Proyecto. Los resultados obtenidos se consignan en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 Resultados obtenidos – Hipótesis de Cálculo

Vano (m)	IDENT:	PARAM.	HIP. I	HIP. II	HIP. III	HIP. IV
115	5	σ (Kg/mm ²)	8,83	5,72	6,82	3,53
		f (m)	0,96	0,80	1,24	1,29
CONDUCTORES DE ANÁLISIS:			50 mm ²	S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7		

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.9

4.5.2 Cálculo mecánico de Estructuras

a) Consideraciones para el cálculo:

- Cargas permanentes: Se consideran cargas verticales permanentes al peso propio de los distintos elementos como postes, conductores, aisladores, ferretería y cimentaciones.
- Presión debida al Viento: Se considerará una velocidad del viento de 70,2 Km/h, se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente sobre las superficies que incide. La acción del viento produce una presión de 23,79 Kg/m².
- Resultante del Angulo: Se tendrá en cuenta el esfuerzo resultante de ángulo de las tracciones de los conductores.
- Factores de seguridad: Para ambas hipótesis se considerará: C.S. = 2,0; así mismo, todas las fuerzas aplicadas se reducirán por momentos de fuerzas a una equivalente aplicada a 0,10 m. de la punta del poste.

b) Característica de los postes:

Conforme a las Especificaciones Técnicas de Suministros, los postes de 13 m. se utilizarán como estructuras de Red en Media Tensión y estructura de Seccionamiento y soporte de Trafomix (Sistema de Medición). Estos postes tendrán las siguientes características:

Material	Concreto Armado Centrifugado	
Longitud Total (m)	13	13
Esfuerzo punta (kg)	300	400
Diámetro base (mm)	375	375
Diámetro vértice (mm)	180	180

- Peso (kg) : 1,300 1,340
- Altura empotramiento : 1,60 1,60 – 1,70
- Cimentación ; Concreto ciclópeo de 0,90 x 0,90 x 1,60 (1,70) m.

c) Ecuaciones consideradas:

Cálculo del diámetro de empotramiento

$$de = dp + \frac{h}{H} + (db - dp) \quad (4.41)$$

Cálculo de la fuerza del viento sobre el poste (Fvp)

$$Fvp = Fv \times h \times \frac{dp + de}{2} \quad (4.42)$$

Cálculo del punto de aplicación de la fuerza del viento sobre el poste (Z)

$$Z = \frac{h}{3} \times \frac{(de + 2 dp)}{(de + dp)} \quad (4.43)$$

Momentos producidos por la fuerza del viento sobre el poste (Mvp)

$$Mvp = Fvp \times Z \quad (4.44)$$

Fuerza producida por el viento sobre el conductor (Fvc)

$$Fvc = Pv \times L \times \frac{\varnothing_c}{1000} \times \text{Cos} \frac{\alpha}{2} \quad (4.45)$$

Tracción de los conductores (Tc)

$$Tc = 2 \times \sigma \times A \times \text{Sen} \frac{\alpha}{2} \quad (4.46)$$

Fuerza Total sobre los conductores (Fc)

$$Fc = Tc + Fvc \quad \left. \vphantom{Fc = Tc + Fvc} \right\} \quad (4.47)$$

$$Fc = 2 \times \sigma \times A \times \text{Sen} \frac{\alpha}{2} + Pv \times L \times \frac{\varnothing_c}{1000} \times \text{Cos} \frac{\alpha}{2}$$

Momento producido por la fuerza del viento sobre el conductor y la tracción del conductor (M_{vc})

$$M_{vc} = F_c \times l \quad (4.48)$$

Momento Total Resultante (M_t)

$$\begin{aligned} M_t &= M_{cp} + M_{vp} \\ M_t &= F_c \times l + F_{vp} \times Z \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} M_t &= M_{cp} + M_{vp} \\ M_t &= F_c \times l + F_{vp} \times Z \end{aligned}} \right\} (4.49)$$

Fuerza Total sobre el Poste

$$F_p = \frac{M_t}{h_p} \quad (4.50)$$

d) Simbología utilizada

H	:	Longitud total del poste
HL	:	Longitud libre del poste expuesto al viento (m)
dp	:	Diámetro en la punta del poste (m)
de	:	Diámetro en el empotramiento del poste (m)
db	:	Diámetro en la base del poste (m)
Z	:	Altura donde se aplica la fuerza del viento (m)
Pv	:	Presión del viento; ver Regla 250.C-CNE-S (Kg/m ²)
L	:	Vano promedio (m)
∅c	:	Diámetro exterior del conductor (mm)
A	:	Sección del conductor (mm ²)
hs,m,i	:	Altura sobre el terreno, aplicación de Fc - Fase (m)
hns,nm,ni	:	Altura sobre el terreno, aplicación de Fc – Neutro (m)
hp	:	Altura sobre el terreno a una distancia de 10 cm.
σ	:	Esfuerzo de trabajo (kg/mm ²)

e) Ángulo topológico

Es conforme se muestra en la Fig. 4.9.

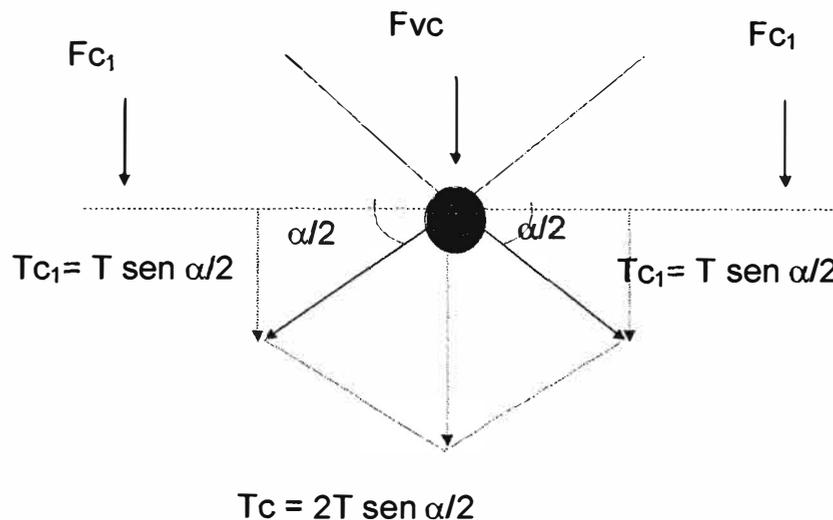


Fig. 4.9 Esquema del ángulo topológico de conductores

f) Análisis de resultados evaluados

Conforme al diseño del Proyecto, para efectuar los análisis correspondientes, se consideran las siguientes premisas:

- Sistema : En 22,9 kV - Trifásico – 3 hilos con neutro aislado.
- Configuración : 3 Ø (neutro aislado y masas metálicas multiaterrado).
- Soportes : Postes de c.a.c. de 13m/400Kg y de 13m/300Kg.
- Conductores : De aleación de aluminio tipo 6201, desnudos.
- Fases : Tres fases de 50 mm² de sección
- Condicionantes : Son conformes a los casos más críticos de las Hipótesis de la Ecuación de Cambio de Estado.
- Alturas : Las distancias o alturas que intervienen son conformes a las configuraciones de los armados, de acuerdo al tipo de estructura; lo que permitirá desarrollar los diagramas de fuerzas y momentos que se requieren para los cálculos conexos.
- Procedimientos : Con las fuerzas que intervienen y las alturas de aplicación respectivas, se calculará los momentos resultantes; y de allí se calculará la fuerza total sobre el poste.

Fórmulas utilizadas

- Momento resultante:

$$\begin{aligned}
 & Mt = Mvp + Mvc \\
 Mt &= Fvp \times Z + 11,93 \times \Sigma Fc \text{ (Estr. de alineamiento)} \\
 Mt &= Fvp \times Z + 10,20 \times \Sigma Fc \text{ (Estructura de anclaje)}
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} Mt &= Fvp \times Z + 11,93 \times \Sigma Fc \\ Mt &= Fvp \times Z + 10,20 \times \Sigma Fc \end{aligned}} \right\} (4.51)$$

- Fuerza total sobre el poste:

$$Fp = Mt/11,30; \text{ se aplica a } 0,10 \text{ m. de la punta del poste.} \quad (4.52)$$

- Procedimiento:

Con los resultados hallados se definen los tipos de estructuras en función a los ángulos topológicos y las retenidas que contrarrestarán las fuerzas desequilibradas en los conductores; basadas en las fuerzas nominales del tiro de trabajo de los postes de concreto.

En general son válidos las estructuras que se muestran en el Plano del Proyecto; pero los ángulos topológicos de campo serán conformes a lo realmente definidos luego del Replanteo Inicial de Obra; los mismos que serán tomados en cuenta; y se deberá coordinar debidamente las autorizaciones ante Municipios y propietarios de terrenos que se involucran en el recorrido de la Línea Primaria (franjas de servidumbre requeridos).

- Resultados evaluados de acuerdo al tipo de armado

Considerando los armados de alineamiento con disposición triangular y los armados de anclaje con disposición vertical, se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 4.10.

Los análisis efectuados, se consideran como los más críticos, dado que contemplan las alturas máximas de la Línea Primaria.

Tabla 4.10 Momento resultante y fuerza en el poste

ALINEAMIENTO LP:

ANGULO	Mt (Kg-m)	Fp (Kg)
0,0 °	1208,37	106,94
5,0 °	2418,34	214,01
10,0 °	3624,55	320,76

ANGULO LP:

ANGULO	Mt (Kg-m)	Fp (Kg)
0,0 °	1111,22	98,34
5,0 °	2288,49	202,52
10,0 °	3462,10	306,38

- Conclusiones:

Las estructuras de anclaje requieren retenida (disposición de conductores conforme a estructura de ángulo); así también la estructura soporte de Trafomix - Seccionamiento y Medición

Se analizará la estructura de anclaje para determinar el tipo de retenida que portará (caso más crítico).

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.10

4.5.3 Cálculo mecánico de retenidas de Línea Primaria

Según el esquema de la Fig. 4.10, se tiene:

Para poste 13/400/180/375

$V_b = 115 \text{ m.}$
 $F_{vp} = 71,99 \text{ Kg.}$
 $Z = 5,09 \text{ m.}$
 $h_c = 10,2 \text{ m.}$
 $H_r = 10,5 \text{ m.}$

$T_c = 441,27 \text{ Kg.}$

$F_{vc} = 0,00 \text{ Kg.}$

$\emptyset = 30^\circ$

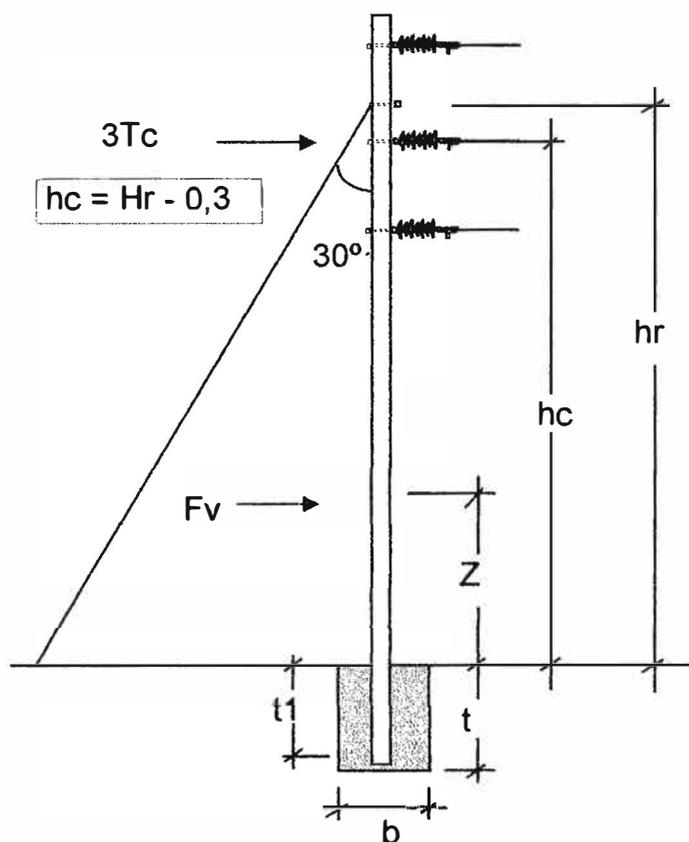


Fig. 4.10 Disposición de retenida y fuerzas actuantes

El diseño adjunto cumple las exigencias del Proyecto; conforme a los tipos de estructuras y conductores utilizados.

Fórmula de aplicación:

$$T_{r_{RP}} = \frac{F_{vp} \times Z + \sum (T_{c_i} + F_{vc_i}) \times h_i}{\text{Sen } \emptyset \times H_{r_{LP}}} \quad (4.53)$$

Características del cable de acero para retenidas utilizado:

- Tipo de Cable de AoGo. para reteni : Acero High Strenght
- Diámetro del cable de AoGo. : 9,53 mm
- Esfuerzo de rotura cable AoGo. : 4899,0 Kg.
- Factor de seguridad - cable de reter : 2,00
- Conductores de L.P., AAAC-6201 : 3 x 50,0 mm²
- Postes de Concreto A. C. : 400,0 Kg
- Alturas aplicables : Según Fig. 4.10
- Ángulo de aplicación : Según Fig. 4.10

Conforme a las condiciones del Proyecto y con la Fórmula adjunta, se obtiene como resultados (análisis más crítico):

PARA LAS CONDICIONES MÁS CRÍTICAS:

$\alpha =$	180°
Tipo=	ANCLAJE
Cant.=	1 Retenida
Tr =	1386,9 Kg
CS =	3,53

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.11

4.5.4 Cálculo de anclajes de retenidas

Condiciones preliminares:

- En la Tabla 4.11, se muestran las características comerciales de los cables y varillas de AoGo., que se utilizan en las retenidas de media tensión; y en función a los resultados hallados, se seleccionarán los más adecuados.

Tabla 4.11 Características de cable y varilla de anclaje de AoGo.

DIAMETRO \varnothing_n	VARILLAS DE ANCLAJE DE AoGo.		
	LONG. (m)	TIRO ROT. (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)
16 mm	2,40	7530	3804
19 mm	2,40	10430	3659

DIAMETRO NOMINAL \varnothing_n	TIPO: GRADO S.M.		TIPO: GRADO H.S.	
	TIRO ROT. (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	TIRO ROT. (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)
9,5 mm	3152	4423	4899	6875
13,0 mm	4241	3348	6577	5192

Teniendo en consideración el diseño que se muestra en la Fig. 4.11, se obtienen los siguientes valores:

- Bloque concreto armado : 0,50 x 0,50 x 0,20 m.; con agujero pasante para acople con varilla de anclaje.
- Varilla de Anclaje : De AoGo tipo SAE 1020.
- Inclinación de la varilla : 30° (con la vertical).
- Ángulo de talud : 54° (con la horizontal).

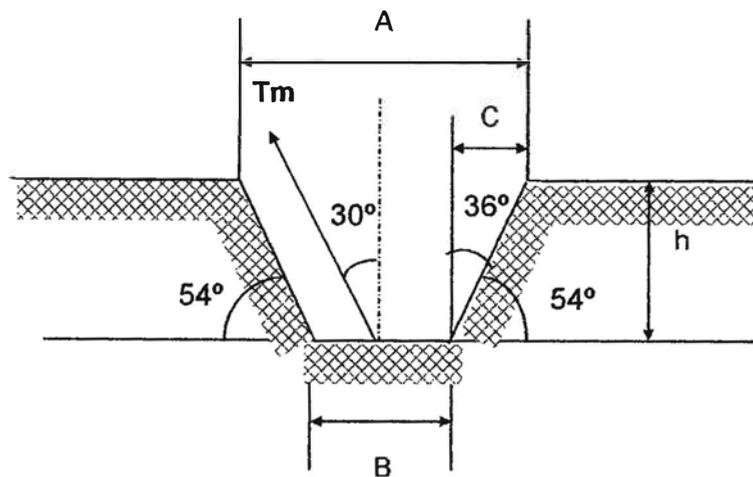


Fig. 4.11 Detalle de bloque de concreto (retenidas)

Así mismo; para definir el tiro máximo de la retenida, se toma en consideración:

- El tiro de rotura de cable de retenida y de la varilla de anclaje.
- La profundidad de enterramiento del bloque de concreto y sus dimensiones.
- El ángulo de talud del terreno y tipo de suelo.

Con la debida coordinación de esfuerzos y tiros de rotura entre la varilla de anclaje y el cable de retenida; se selecciona:

- La varilla de anclaje será de : 16 mm \varnothing x 2,4 m de Longitud (Comercial).
- Cable de retenida tipo : Acero grado High Strenght

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.12

4.5.5 Cálculo de cimentación de Estructuras

Estos cálculos tienen por objeto comprobar la estabilidad de los postes mediante su bloque de cimentación; y el bloque de cimentación tendrá las características que se muestra en la Fig. 4.12

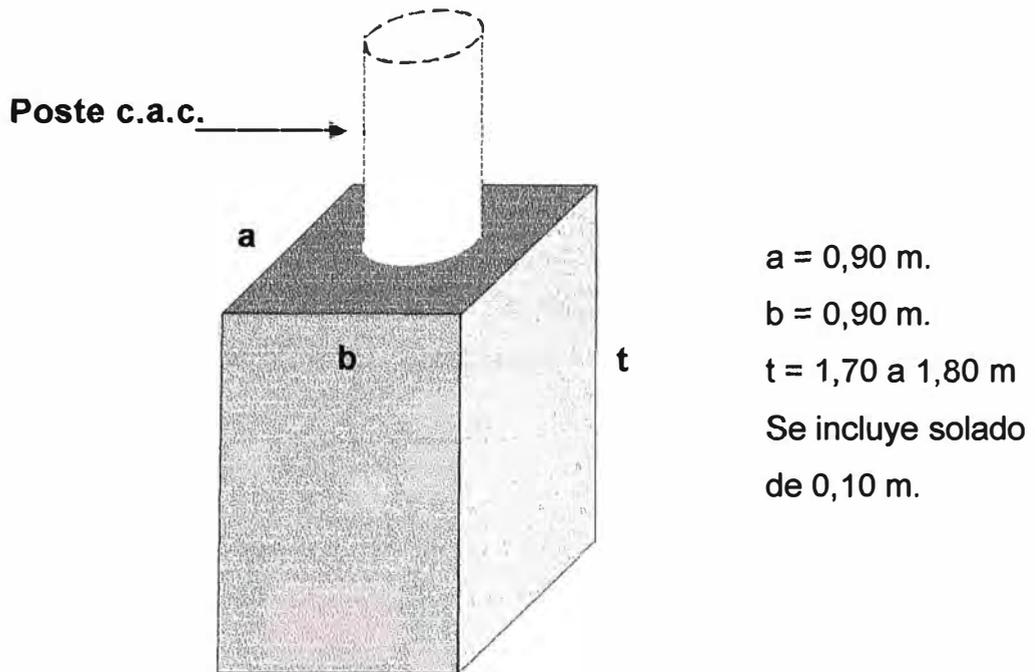


Fig. 4.12 Detalle de bloque de cimentación

a. Definición de Parámetros y Variables

- H Altura total del Poste, en m.
 P Peso total (poste + equipos + macizo + otros), en Kg
 Pp Peso de poste, en Kg
 Pe Peso de equipos (del montador + herramientas), en Kg
 Pm Peso de del macizo, en Kg
 Po Peso de otros (lozas, trafo, etc.), en Kg
 λ Coef. definido por la densidad (terreno) y el ángulo de talud, en Kg/m³
 t Temperatura de operación promedio, en °C
 He Altura libre, en m.
 Hp Altura de aplicación de Fp; a 0,10 m. de la punta, p/ postes C.A.C.
 σ Presión admisible del terreno, en Kg/m²
 a Ancho del macizo, en m.
 b Largo del macizo, en m.
 t₁ Profundidad de enterramiento del poste, en m.
 t Profundidad del macizo, en m.
 δ_c Peso específico del concreto, en Kg/m³.
 Fp Fuerza que admite la punta del poste, en Kg.
 Vm Volumen del macizo, en m.
 Vt Volumen troncocónico, en m³.
 A_{1,2} Areas de troncocónicos, del corte transversal del poste; en m².
 de Diámetro a la altura de la cimentación del poste, en m.
 db Diámetro en la base del poste, en m.

b. Aplicación de la Fórmula de Valenci

Conforme a los Diseños y de acuerdo a la Fórmula de Valensi donde:
Momento Actuante < Momento Resistente; es decir:

$$F_p \times (H_p + t) < [(P \times a / 2) - [(2 \times P^2) / (3 \times b \times \sigma)]] + (\lambda \times b \times t^3) \quad (4.54)$$

En la Fig. 4.13 se muestra la forma de cimentación; y se procede al cálculo correspondiente, para confirmar la estabilidad de los postes con este tipo de cimentación.

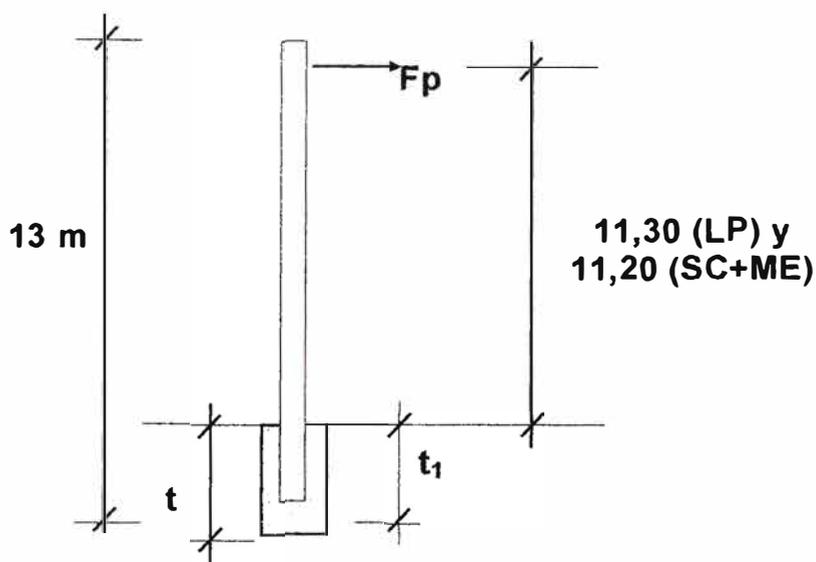


Fig. 4.13 Armado típico de estructura de Media Tensión

c. Resultados Obtenidos

Considerando las variables definidas, se tienen los resultados de la Tabla 4.12, que son conformes.

Tabla 4.12 Resultados – Aplicación Fórmula de Valenci

POSTE	VARIABLES						
	a	b	t ₁	t	EVAL.	RESULT.	CS
13/300	0,90	0,90	1,60	1,70	Mr > Ma	OK!	2,209
13/400	0,90	0,90	1,60	1,70	Mr > Ma	OK!	1,657
SAB-13/400	0,90	0,90	1,70	1,80	Mr > Ma	OK!	1,929

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.13

4.5.6 Cálculo de accesorios de aislador tipo Pín

Estos cálculos tienen por objeto comprobar la estabilidad del aislador tipo Pín que será soportado en su correspondiente espiga recta de AoGo.

Se considera espigas rectas (para crucetas) de acero A36 o similar; las que serán forjadas en una sola pieza; y tiene las siguientes características:

- Espiga de AoGo. de : 2,86 x 40,64 cm
- Accesorios : Arandelas, tuerca y contratuerca.
- Ø punto de empotram. : 5,08 cm
- Longitud libre : 22,86 cm - sobre la cruceta

Entonces:

La espiga para aislador tipo pín Clase ANSI 56.3, deberá soportar un tiro transversal de corte máximo de 840,0 Kg; que es conforme a las Especificaciones Técnicas respectivas.

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.14

4.5.7 Cálculos mecánicos de aisladores

Los aisladores que se utilizarán en el Proyecto serán del tipo pín para armados de alineamiento o ángulos pequeños; y del tipo suspensión para armados de anclaje, ángulo o retención.

De acuerdo a los cálculos eléctricos, se han seleccionado la Clase ANSI 56-3 para los aisladores tipo pín y la Clase EPCI-380/06-016/EE-25kV para los aisladores poliméricos.

Los aisladores de porcelana tipo pín Clase ANSI 56-3 se utilizarán siempre que solo estén sometidos a esfuerzos de corte producidos por el peso de los conductores y por la fuerza del viento sobre los mismos.

Los aisladores de suspensión tipo poliméricos, Clase EPCI - 25 kV se utilizarán donde los conductores están sometidos a esfuerzos de corte pleno producidos por la tracción que se ejerce sobre los conductores y por la fuerza del viento sobre los mismos.

Considerando los ángulos topológicos de los conductores a lo largo del recorrido de las redes aéreas en M. T. se evaluará si los aisladores seleccionados cumplen con las condiciones de los esfuerzos solicitados.

En resumen, los resultados son los mostrados en la Tabla 4.13; donde se observa que cumplen con los esfuerzos solicitados.

Tabla 4.13 Resultados – Cálculo mecánico de aisladores

AISLADOR	∠ Aplicación	Fc (Requ.)	Coef. Seg.
Pin Clase ANSI 56-3	10,0°	101,17 Kg	13,43
Polimérico Clase EPCI - 25 kV	180,0°	441,27 Kg	16,17

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.15

4.5.8 Cálculo de crucetas de concreto

Estos cálculos definirán las características de las crucetas de concreto armado vibrado, que serán utilizadas en el Proyecto. Se determinarán los siguientes parámetros requeridos aplicando las fórmulas siguientes:

$$C_v = W \times V_b + P_a + P \quad (4.55)$$

$$C_l = T_c \quad (4.56)$$

Donde:

- C_v : Cargas verticales (Kg).
- W : Peso propio del conductor (Kg/m).
- V_b : Vano básico (m).
- P_a : Peso de aislador + accesorios + montante (kg).
- P : Peso de media cruceta (Kg).
- C_l : Cargas longitudinales desequilibradas (Kg).
- T_c : Tiro del conductor Requerido (Kg).
- σ_c : Esfuerzo máximo del conductor – Hipótesis I
- T_c : Tiro del conductor Requerido (Kg).
- A : Sección del conductor (mm²).

Envolvente de distancia de seguridad, en función a las distancias permisibles H y V, conforme a las características del Proyecto; donde debe cumplirse de $2 \times M \geq H \geq 0,86 \text{ m}$

Disposición de conductores asociados al uso de crucetas en triángulo; donde se tiene: $2 \times M = L_{ef}$.

Desarrollando los cálculos respectivos, se obtiene:

Las crucetas simétricas de c. a. v. tendrán las siguientes características:
Z / 1,5m / 400 Kg.; con L_e = 1,50 m.

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.16

4.6 Cálculo de mezclas volumétricas – Cimentación de Postes

Los cálculos de cimentación se complementan, analizando el tipo de mezcla a utilizar como bloque de cimentación, para evitar la volcadura del poste por deficiencias en la dosificación empleada para la cimentación.

Estos cálculos justificativos son válidos para la Línea Primaria al nivel de tensión de 22,9 kV, con postes de c.a.c.

Para obtener los resultados conforme a los cálculos efectuados, de deberá tener especial cuidado en la selección de los materiales agregados, los que serán limpios y en la dosificación indicada.

A continuación se detallan los Cálculos necesarios que sustentan el tipo de concreto a utilizar en el presente Proyecto.

En resumen, las proporciones de material agregado y cemento que utilizará en la cimentación de postes de c.a.c. de 13 m., serán las siguientes:

Se empleará concreto ciclópeo, con una proporción cemento : hormigón de 1:10 + 30% de piedra mediana de río de 0,13mt Ø máximo.

En cantidades comerciales, la proporción utilizada en cada poste de 13,0 m. será lo que se indica en la Tabla 4.14.

Tabla 4.14 Dosificación para cimentación de postes

Cemento	→	2,9 BI	≈	3,0 BI
Hormigón	→	0,98 m3		
Piedra 5" + Agua	→	0,42 m3		

Ver detalles de resultados obtenidos en Cálculo 4.17

Hasta este punto se han desarrollado los cálculos justificativos de toda la Línea Primaria tipo aérea; y a continuación se desarrollará los cálculos referentes a la subestación en Caseta.

4.7 Cálculos eléctricos – Subestación en Caseta

La Subestación en caseta conectará la Línea Primaria aérea y se alimentará en forma subterráneo con cable de energía tipo N2XSY, a una tensión entre líneas de 22,9 kV.

4.7.1 Bases de Cálculo

Los diseños y cálculos observan las Normas del Código Nacional de Electricidad Suministro (CNE-S).

El sistema adoptado es el subterráneo, trifásico, de tres conductores, dispuesto en una configuración paralela, simple terna.

La tensión nominal de servicio y de diseño es de 22,9 kV, con frecuencia de 60 Hz y un factor de potencia de 0,8 inductivo.

La temperatura de cálculo para la resistencia eléctrica del cable será de 20 °C.

La potencia de diseño del proyecto es de 1000,0 kVA.

La Máxima Demanda del proyecto es de 720,0 kW.

4.7.2 Parámetros de la Red Subterránea

- Tipo : Cable N2XSY
- Tensión de servicio : 18/30 kV
- Sección : 50 mm²
- Intensidad admisible : 226 A.
- Resistencia a 90 °C : 0,494 Ohm/Km.
- Reactancia : 0,1711 Ohm/Km.

4.8 Cálculos y dimensionamiento del cable de energía de 30 kV

Para el dimensionamiento del alimentador, consideramos la potencia total de transformador de 1000 kVA.

Así mismo, se prevén las siguientes condiciones, conforme a los parámetros del Proyecto:

- Potencia de diseño : 1000 kVA
- Tensión nominal : 22,9 kV
- Temperatura del terreno : 25 °C
- Longitud del cable (Ls) : 50 m.

4.8.1 Intensidad de corriente admisible

Serán relativas al sistema de cables unipolares con formación triplex.

- La disposición en triángulo será obtenida formando un trébol, con los tres cables unipolares juntos.
- La configuración de cables, queda establecida como 3 – 1 x 50 mm² - 18/30 kV.

4.8.2 Cálculo de la corriente nominal a transmitir

De la fórmula siguiente, obtenemos la corriente nominal a transmitir:

$$I_d = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \quad (4.57)$$

Reemplazando datos:

$$I_d = 1000 / (\sqrt{3} \times 22,9) = 25,21 \text{ A}$$

4.8.3 Condiciones de funcionamiento de cables tendidos bajo tierra

a) Condiciones base según el CNE-S:

- Datos:
- Temperatura del suelo : 20°C
- Profundidad de tendido : 70 cm
- Resistividad Térmica del suelo : 100°C - cm/W
- Temperatura máxima del conductor : 80°C
- Cantidad de cables en la zanja : 3
- Disposición entre cables : Tendidos y agrupados (trébol)
- Conexión de tierra de la pantalla cable : En ambos extremos

En estas condiciones la intensidad admisible de corriente nominal del cable seco subterráneo tipo N2SXY, 18/30kV, de 1x50 mm² es de 226 A.

b) Condiciones particulares

Como el cable de servicio no es utilizado según las condiciones establecidas en el ítem a); los valores de las intensidades de corriente, serán afectados por los siguientes factores de corrección:

- Factor de corrección por temperatura de suelo-ambiente de 25°C:
Temperatura del terreno : F_{tt} = 0,95
- Factor de corrección por diferente profundidad: 120 cm.
Profundidad de tendido : F_{pt} = 0,96
- Factor de corrección por Resistividad Térmica del terreno: 120°C cm/W
Resistividad del terreno : F_{rt} = 0,96
- Factor de corrección por estar tendido en ductos:
Tendido en ductos : F_{td} = 0,81

Para las condiciones indicadas, la corriente admisible corregida se obtiene de la fórmula siguiente:

$$I_d = I_T \times F_{eq} \quad (4.58)$$

Siendo F_{eq} = Factor de corrección equivalente, que sale de:

$$F_{eq} = F_{tt} \times F_{rt} \times F_{pt} \times F_{td} = 0,709 \quad (4.59)$$

Reemplazando datos obtenemos:

Corriente de diseño: $I_d = I_T \times F_{eq} = 226 \times 0,709 = 160,23 \text{ Amp.}$

La corriente admisible para el cable seleccionado es mayor que la corriente a transmitir:

$I_d = 160,23 \text{ A (50 mm}^2) > 25,21 \text{ A}$

Por tanto, el cable subterráneo alimentador, seleccionado es correcto; del tipo N2XSY, 1x50 mm², 18/30 kV, y que soportará la corriente a transmitir.

Este es el cable que tiene las menores secciones, conforme a los estándares de fabricación.

4.8.4 Cálculo de caída de tensión (%)

Se continuará los cálculos de caída de tensión, contemplando los valores ya calculados de la red aérea (Línea Primaria).

Basándonos en la Tabla 4.1, se obtienen valores acumulados de caída de tensión $\Delta V = 0,991 \%$

a) Fórmulas para el cálculo de la caída de tensión:

$$\Delta V(\%) = kVA \times L \times \frac{(r \cos\theta + x \text{ Sen}\theta)}{10 (kV)^2} \quad (4.60)$$

$$F_{ct} = (r \cos\theta + x \text{ Sen } \theta) \quad (4.61)$$

- Siendo:

F_{ct} : Factor de caída de tensión.

r : Resistencia del conductor (Ohm/Km)

x : Reactancia del conductor (Ohm/Km)

KV : Tensión nominal de la línea (KV)

$\cos \theta$: Factor de potencia = 0,8 y $\text{Sen } \theta = 0,60$

$r (90 \text{ }^\circ\text{C})$: 0,4940 Ohm/Km (Cable N2XSY 18/30 kV - 50 mm²)

x : 0,1711 Ohm/Km (Cable N2XSY 18/30 kV – 50 mm²)

b) Resultados obtenidos:

A continuación reemplazando datos, se obtiene:

$$Fct1 = 0,9180 \text{ (aéreo)}$$

$$Fct2 = 0,5663 \text{ (subterráneo)}$$

Se observa que en los conductores aéreos, la temperatura de estos tendrá 75 °C y en los cables de energía N2XSY, tendrá una temperatura de 90 °C.

Los resultados de los cálculos, para el circuito alimentador de la Línea Primaria en 22,9 kV hasta la Subestación en Caseta, se muestran en la Tabla 4.15, además se refiere al diagrama unifilar de cargas de la Fig. 4.3; y también considera la caída de tensión de la Subestación en Caseta (con sus correspondientes parámetros de cable subterráneo)

Tabla 4.15 Cuadro de caída de tensión – 22,9 kV

PUNTO	P (kVA)	Σ kVA	L (Km)	Fct	S (mm ²)	ΔV (%)	$\Sigma \Delta V$ (%)
0		1000	5,66	0,9180	50	0,9908	0,9908
4	1000	1000	0,05	0,5663	50	0,0054	0,9961

De la Tabla 4.15 se puede deducir que las caídas de tensión resultantes; 0,996 % y adicionando el 3,1 %; se obtiene 4,096 %, que es menor (<) 5 % requerido, confirmando el uso del cable N2XSY de 1x50mm², 18/30 kV y la Línea Primaria con conductor AAAC 6201 de 50 mm².

4.8.5 Cálculos por corriente de cortocircuito

c) Condiciones y premisas

- Potencia de cortocircuito (Dato) $\Rightarrow P_{ccs} = 350 \text{ MVA (en 22,9 kV)}$
- Sección del conductor requerido $\Rightarrow S = 50 \text{ mm}^2$
- Tensión nominal del sistema $\Rightarrow V_n = 22,9 \text{ kV}$
- Corriente de cortocircuito permanente $\Rightarrow I_{cc}$; por calcular.

d) Aplicación de fórmulas

$$I_{cc} = \frac{N_{cc}}{\sqrt{3} \times V_n} \quad (4.62)$$

Donde:

N_{cc} : Potencia de cortocircuito

I_{cc} : Corriente de cortocircuito

V_n : Tensión nominal

Luego, reemplazando datos, se obtiene: $I_{cc} = 8,82 \text{ kA}$

4.8.6 Corriente de cortocircuito admitido por el cable

a) Condiciones y premisas

- Duración del cortocircuito (Dato) $\Rightarrow t = 0,2 \text{ seg.}$

b) Fórmula de aplicación

$$I_{km} = 0,14356 \times S / \sqrt{t} \quad (4.63)$$

Donde:

I_{km} : Corriente media eficaz de cortocircuito (kA)

S : Sección nominal del conductor (mm^2)

t : Tiempo (seg) $t = 0,2 \text{ seg.}$

Luego:

$$I_{km} = 0,14356 \times S / \sqrt{0,2} = 0,14356 \times 50 / 0,44721 = 16,05 \text{ kA}$$

Así mismo, se admite:

Temperatura de cortocircuito $T_{cc} = 250 \text{ }^\circ\text{C}$ (a)

Temperatura de operación $T_o = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ (b)

El tiempo no deberá ser mayor de 0,2 segundos en ningún caso (c)

Estos cables serán protegidos con los equipos que se constituyen como protección del Sistema de Utilización, de rápido accionamiento.

Con esto se verifica que: $I_{km} > I_{cc}$.

c) Conclusiones

El cable de energía tipo N2XSY de 50 mm^2 18/30 kV seleccionado, si cumple las condiciones definidas y calculadas; por lo que se concluye que soportará la corriente a transmitir, caída de tensión y la corriente de cortocircuito permisibles.

4.8.7 Selección del Interruptor de Recierre (Recloser)

Es necesario conocer la intensidad de corriente de cortocircuito y la intensidad de corriente de choque.

Cálculos de cortocircuito permanente en Interruptor:

a) Cálculo de la corriente de cortocircuito en el Interruptor (I_{cc}).

$$I_{cc} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times Z_{tot}} \quad (4.64)$$

Donde:

I_{cc} : Corriente de cortocircuito permanente en barras de MT (en kA)

Z_{tot} : Impedancia total a 27 m de la red aérea (en Ohm), que se calcula utilizando la fórmula:

$$Z_{tot} = \sqrt{(R_{tot})^2 + (X_{tot})^2} \quad (4.65)$$

b) Cálculo de la impedancia del Sistema:

Que se calcula a partir de:

$$X_{red} = \frac{V_n^2}{N_{cc}} \quad (4.66)$$

Luego, reemplazando datos se obtiene:

$$X_{red} = 22,9^2 / 350 = 2,098 \text{ Ohm}$$

Se debe acotar que ésta impedancia tiene solo componente reactiva, dado que las resistivas son mínimas.

c) Cálculo de la impedancia del cable alimentador:

Del Catálogo del fabricante se obtiene R_{cab} y X_{cab} en Ohm/Km; y los cables se tenderán como triplex; entonces:

$$R_{AL6201} = 0,794 \text{ } \Omega/\text{Km (a la temperatura de operación)}$$

$$X_{AL6201} = 0,471 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$L_{AL6201} = 0,027 \text{ Km}$$

Para obtener la impedancia total se utiliza la siguiente fórmula:

$$Z_{tot} = \sqrt{(R_{cab} \times L)^2 + (X_{red} + X_{cab} \times L)^2} \quad (4.67)$$

Luego, considerando las longitudes reales de los conductores y reemplazando datos se obtiene:

$$R_{cab} = R_{AL6201} \times L_{AL6201} = 0,0214 \text{ } \Omega$$

$$X_{cab} = X_{AL6201} \times L_{AL6201} = 0,0127 \text{ } \Omega$$

$$Z_{tot} = \sqrt{(0,0214)^2 + (2,098 + 0,0127)^2}^{1/2} = 2,1108 \text{ } \Omega$$

$$\text{Entonces: } I_{cc} = 6,263 \text{ kA}$$

d) Cálculo de la corriente de choque:

Se utilizará la fórmula siguiente:

$$I_{chr} = u \times \sqrt{2} \times I_{cci} \quad (4.68)$$

Dado que $R/X = 0,0214 / 2,1102 = 0,0101$; luego $R/X < 0,089$; por lo tanto se utiliza $u = 1,80$. Entonces: $I_{chr} = 1,8 \times \sqrt{2} \times 6,263 = 15,944 \text{ kA}$

También calculamos $P_{ccr} = \sqrt{3} \times 15,94 \times 22,9 = 632,40 \text{ MVA}$.

Entonces, el Recloser seleccionado deberá tener una capacidad de ruptura mínima de 700 MVA.

Luego de los Catálogos, procedemos a su selección:

P_{ccr}	=	700 MVA
BIL	=	150 kV
I_{cc} simétrico	=	12,5 kA
I_{chr}	=	16 kA
V_n	=	27 kV
I_n	=	560 A

4.8.8 Selección del Interruptor Tripolar en Vacío – 24 kV

Cálculos de cortocircuito permanente en Interruptor:

a) Cálculo de la corriente de cortocircuito en el Interruptor (I_{cci}).

$$I_{cci} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times Z_{tot}} \quad (4.69)$$

Donde:

I_{cci} : Corriente de cortocircuito permanente en barras de MT (en kA)

Z_{tot} : Impedancia total de la red aérea y cable alimentador (en Ohm), que se calcula a partir de:

$$Z_{tot} = \sqrt{(R_{tot})^2 + (X_{tot})^2} \quad (4.70)$$

b) Cálculo de la impedancia de la red aérea:

Que se calcula a partir de la fórmula (4.61) $X_{red} = V_n^2/N_{cc}$; que reemplazando datos se obtiene: $X_{red} = 1,498 \text{ Ohm}$

c) Cálculo de la impedancia del cable alimentador:

Del Catálogo del fabricante se obtiene R_{cab} y X_{cab} en Ohm/Km; y los cables se tenderán como triplex; entonces:

$$\begin{array}{ll}
 R_{N2XSY} = 0,494 \text{ } \Omega/\text{Km} & R_{AL6201} = 0,794 \text{ } \Omega/\text{Km} \text{ [a la Temp. de Oper.]} \\
 X_{N2XSY} = 0,171 \text{ } \Omega/\text{Km} & X_{AL6201} = 0,471 \text{ } \Omega/\text{Km} \\
 L_{N2XSY} = 0,050 \text{ Km} & L_{AL6201} = 5,661 \text{ Km}
 \end{array}$$

Para obtener la impedancia total se utiliza la siguiente fórmula:

$$Z_{tot} = \sqrt{(R_{cab} \times L)^2 + (X_{red} + X_{cab} \times L)^2} \quad (4.71)$$

Luego, considerando las longitudes reales de los cables y conductores y reemplazando datos se obtiene:

$$R_{cab} = (R_{N2XSY} \times L_{N2XSY}) + (R_{AL6201} \times L_{AL6201}) = 4,5197 \text{ } \Omega$$

$$X_{cab} = (X_{N2XSY} \times L_{N2XSY}) + (X_{AL6201} \times L_{AL6201}) = 2,6750 \text{ } \Omega$$

$$Z_{tot} = \sqrt{4,520^2 + 4,173^2} = 6,1517 \text{ } \Omega$$

Ergo; reemplazando datos se tiene:

$$\Rightarrow I_{cci} = 2,149 \text{ kA}$$

d) Cálculo de la corriente de choque:

Se utilizará la fórmula siguiente:

$$I_{ch} = u \times \sqrt{2} \times I_{cci} \quad (4.72)$$

En este acápite no es apreciable el análisis del factor $R/X = 4,520 / 4,173 = 1,083$, por lo que optamos en considerar $u = 1,8$; con lo que obtendremos resultados con factores de seguridad mayores.

Entonces:

$$I_{ch} = u \times \sqrt{2} \times 2,149 = 5,471 \text{ kA}$$

Luego:

$$P_{cci} = \sqrt{3} \times 5,471 \times 22,9 = 217,00 \text{ MVA}$$

Por tanto, el Interruptor de Potencia bajo carga seleccionado deberá tener una capacidad de ruptura mínima de 220 MVA.

De acuerdo a cálculos se obtiene:

Parámetro	Para	:	22,90 kV
P_{cci}	=		217,0 MVA
I_{cc} simétrico	=		2,15 kA
I_{ch}	=		5,47 kA
V	=		22,90 kV
I_n	>		25,21 A

De acuerdo a los Catálogos de los fabricantes, seleccionamos el Interruptor de Potencia bajo Carga – Uso Interior, que cumple con estas condiciones:

Parámetro	Para	:	22,90 kV	
Pcci	=		220 MVA	OK!
Icc simétrico	=		16 kA	OK!
Ich	=		40 kA	OK!
Vn	=		24 kV	OK!
In	=		630 A	OK!

4.8.9 Selección de los equipos de protección

a) Protección inicial del Transformador de Potencia

La protección requerida para el Transformador de Potencia de 1000 kVA, será utilizando fusibles limitadores de corriente tipo CEF, que se instalarán en la Subestación en Caseta, calculamos la intensidad de corriente mediante la siguiente fórmula:

$$I_{mtr} \geq 1,5 \times I_n \quad (4.73)$$

Reemplazando I_n , tenemos:

$$I_{mtr} \geq 1,5 I_n = 1,5 \times 25,21 = 37,82 \text{ A}$$

De acuerdo a la corriente, de las curvas del catálogo del fabricante seleccionamos:

Fusibles limitadores de corriente tipo CEF de 40 Amp, 24 kV

b) Protección del Transformador de Potencia y Sistema eléctrico

Para proteger el Transformador de Potencia y el Sistema Eléctrico, se instalará un relé electrónico multifunción de alta sensibilidad para fallas Fase – Tierra y sobrecorriente entre fases, calculando su regulación de la Intensidad de Corriente mediante las siguientes fórmulas:

Selección de relevador de sobrecorriente (50)

Para el transformador de 1000 kVA, en el lado de MT, seleccionaremos el correspondiente TAP que correlaciona intensidades de corriente:

$$I_n = 1000 / (1,732 \times 22,9) = 25,21 \text{ A}$$

Los TCs en el lado de MT se deben seleccionar para una corriente primaria de

$$I_p = 1,5 I_n = 37,8 \text{ A} \Rightarrow I_p = 40 \text{ A}$$

Luego, la relación de transformación de corriente que cubre esta condición es $RTC = 100/1 \text{ A} = 100$.

Se sabe también que la relación de transformación de tensión del transformador de potencia es 22,9/0,48 kV.

Se calcula el TAP de la unidad referido al lado secundario, (dado como Valor Instantáneo), utilizando la fórmula:

$$TAP = \frac{I_{cc}}{RTC} \times \frac{V_s}{V_p} \quad (4.74)$$

Y luego, reemplazando datos, $TAP = 8,82/0,1 \times 0,48/22,9 = 1,85$

Se selecciona para el instantáneo de TAP = 1,90

Selección de relevador de sobrecorriente (51)

La corriente de arranque (Pick-Up) primaria, se debe ajustar al 200% de la corriente nominal, que tiene el siguiente valor:

De los cálculos ya efectuados, se tiene:

$$I_{p'} = 25,21 \text{ A.}$$

Entonces, la corriente de arranque (Pick-Up) primaria I_{pup} tendrá:

$$I_{pup} = 2 \times I_{p'} = 50,4 \text{ A.}$$

Los TCs que alimentan a este relevador se conectan en estrella en el secundario, por lo que se deben cubrir los siguientes requisitos:

- i) Que la corriente máxima de carga secundaria no sea mayor a 1 A.
- ii) Que a corriente máxima de falla (secundaria), se tenga $I_{pup} < 100 \text{ A}$.

Entonces:

$$I_{MAX \text{ falla}} = I_{p'} / Z_{pu} \quad (4.75)$$

Reemplazando datos, obtenemos:

$$I_{MAX \text{ falla}} = 25,21 / 4,520 = 5,58 \text{ A}$$

El valor del secundario base:

$$I_{MAX \text{ falla}} = I_s' / Z_{pu} \leq 1,00 \text{ A}$$

Asumiendo una relación de transformador de corriente $RTC = 100/1 = 100$, se tiene:

$$RTC = 5,58 / 100 = 0,059$$

El TAP se selecciona con la corriente de arranque Pick Up (I_{pup}) y la RTC seleccionados, se tiene:

$$TAP = I_{pup} / RTC \quad (4.76)$$

$$TAP = 50,4 / 100,0 = 0,50$$

El relé seleccionado debe contar con los siguientes TAPs de ajuste:

0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 1; 1,5; 2, 3; 4; 6, 8; 10; 12; 14 y 15 Amp.

Al tomar los más cercanos; se tiene:

⇒ TAP de 0,50 A

4.9 Cálculo de Barras en 22,9 kV

Selección de la sección mínima por esfuerzos electrodinámicos

Condiciones:

- Potencia aparente nominal : 1000,0 MVA
- Tensión nominal : 22,9 kV
- Potencia de cortocirc. de entrada (Pcc) : 350,0 MVA (en 22,9kV)
- Factor de seguridad (Fk) : 1,25

a) Cálculo por corriente nominal

De acuerdo a la regla 033.C del CNE-S, el conductor de puesta a tierra con un electrodo o conjunto de electrodos con un solo punto de puesta a tierra, la capacidad continua de corriente de los conductores de puesta a tierra no será inferior a la corriente de plena carga del transformador de suministro:

$$I_{n_{MAX}} = \frac{kVA \times Fk}{\sqrt{3} \times V} \quad (4.77)$$

Reemplazando datos, se tiene: $(1000 \times 1,25) / (\sqrt{3} \times 22,9) = 31,51$ A.

Entonces se elige pletinas de Cu de 5 x 40 mm de 573 A, instaladas en disposición horizontal, pintados de acuerdo a las normas; sistema de barras: 1 por fase, de acuerdo a la Tabla 4.16.

Tabla 4.16 Intensidad de corriente en pletinas

SISTEMA DE BARRAS HORIZONTALES CON INSTALACIÓN PARALELA				
Dimens. (mm)	20x5	30x5	40x5	50x5
Corriente I (A)	319	447	573	697

b) Parámetros para el Cálculo por Esfuerzos Electrodinámicos

Se definen los siguientes:

I_{cc} : Corriente de cortocircuito permanente.

I_{ch} : Corriente de cortocircuito máximo o de choque.

F : Esfuerzo entre dos barras (en cortocircuito).

M : Momento máximo entre barras.

Pb : Momento resultante.

Kb : Esfuerzo máximo admisible del cobre: 1000 a 2000 Kg/cm².

L : Distancia entre apoyos = 1,40 m

d : Distancia entre barras = 0,35 m

- c) Cálculo de la corriente de Cortocircuito Permanente en barra (I_{cc})

$$I_{cci} = V / (\sqrt{3} \times Z_{tot}) \quad (4.78)$$

Donde:

I_{cci} : Corriente de cortocircuito permanente en barras (kA)

Z_{tot} : Impedancia total de la red primaria y cable alimentador (Ω)

V : Tensión Nominal (kV)

De los resultados ya calculados, tenemos:

$$I_{cci} = 2,925 \text{ kA}$$

- d) Cálculo de la la corriente de Choque

I_{ch} = u x √ 2 x I_{cc}; luego, dado que R/X > 0,089, entonces u < 1,80; sin embargo, para efectos de cálculos lo consideramos como el más crítico; entonces:

Entonces se tiene u = 1,80

Donde:

I_{ch} : Corriente de choque o corriente máxima transitoria (Valor práctico)

De los resultados ya calculados, tenemos:

$$I_{ch} = 7,45 \text{ kA}$$

- e) Cálculo de F_{max} entre barras

Se calculará a partir de la siguiente fórmula:

$$F_{max} = \frac{2,04 \times I_{ch}^2 \times L}{d \times 100} \quad (4.79)$$

De donde se obtiene F_{max} = 2,04 x 7,447 x 140,0 / (0,35 x 100) = 4,52 m

- f) Cálculo del momento flector máximo actuante (M_b)

Este momento se presenta en la parte media de la barra de cobre; y está dado por:

$$M_b = \frac{F_{max} \times L}{16} \quad (4.80)$$

Reemplazando datos, se tiene:

$$M_b = 39,59 \text{ Kg} - \text{cm}$$

g) Cálculo del momento resistente máximo (W_w)

Fórmula de aplicación:

$$W_w = \frac{b \times h^2}{6} \quad (4.81)$$

De donde:

$$W_w = 1,333 \text{ cm}^3$$

Donde:

$$h = 4,0 \text{ cm}$$

$$b = 0,5 \text{ cm}$$

h) Cálculo del Momento Necesario (W_r)

El momento resistente máximo para barras en posición horizontal es M_b ; entonces:

$$W_r = M_b / k_{cu} \quad (4.82)$$

Asumiendo $k_{cu} = 1200 \text{ Kg/cm}^2$; y reemplazando valores, se tiene:

$$W_r = 39,59 / 1200 = 0,033 \text{ cm}^3$$

Comparando valores:

$$W_w = 1,333 > W_r = 0,033 \text{ cm}^3$$

Resumiendo:

Las pletinas o barras proyectadas de sección $5 \times 40 \text{ mm}^2$, soportarán los esfuerzos electrodinámicos producidos por la corriente de choque I_{ch} .

i) Cálculo de la Resonancia

La frecuencia de oscilación mecánica propia de la barra está dada por:

$$f = \frac{112}{L^2} \times \sqrt{\frac{E \times J}{G}} \text{ en Hz.} \quad (4.83)$$

$$J = \frac{h \times b^3}{12} \quad (4.84)$$

Donde:

- E : Módulo de elasticidad de la barra de Cu; luego $E = 1,25 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$

- G_u : Peso/m - barra de Cu. de $5 \times 40 \text{ mm}$; luego $G_u = 1,78 \text{ Kg/m}$

- G : Peso de la barra de Cu., en Kg – cm; luego $G = 0,0178 \text{ Kg – cm}$
- L : Longitud de barra entre apoyos; luego $L = 140 \text{ cm}$
- J : Momento de inercia de la barra, en cm^4 referente al eje del conductor perpendicular al plano de oscilacion, (considerar los ejes adecuados).

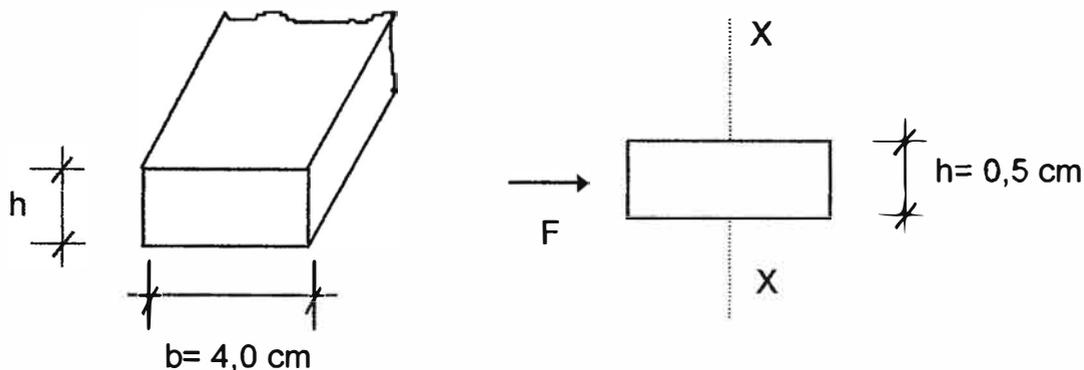


Fig. 4.14 Pletinas de Cu. – Dimensiones y Ejes

Luego, reemplazando datos obtenemos:

$$J = 0,5 \times 4,0^3 / 12 = 2,667 \text{ cm}^4$$

$$f = 112 / 140^2 \times \sqrt{[(1,25 \times 10^6 \times 2,667) / 0,0178]} = 78,20 \text{ Hz}$$

Por consiguiente: No existe peligro de Resonancia.

Nota: Hay peligro de resonancia cuando la frecuencia propia de las barras es igual ó muy cercana al $\pm 10\%$ de la frecuencia eléctrica o al doble; es decir, no existe peligro de resonancia si f está fuera de los intervalos (54, ..., 66) y (108, ..., 132); en nuestro caso, se obtuvo $f = 78,20 \text{ Hz}$.

j) Efecto Térmico producido durante el Cortocircuito

La sobretemperatura producida en las barras por efecto del cortocircuito está dado por:

$$t_o = (k / q^2) \times I_{cc}^2 \times (t + \Delta t) \quad (4.85)$$

$$\Delta t = I_{cc}^2 \times 0,3 / I_{cc}^2 \quad (4.86)$$

Donde:

- t_o : Sobretemperatura producida en las barras por efecto del cortocircuito.
- k : Constante del material, para Cobre; luego $k = 0,0058$
- q : Sección de la barra en mm^2 , es decir 5×40 ; luego $q = 200 \text{ mm}^2$
- t : Tiempo total apertura del dispositivo de protección; luego $t \leq 1 \text{ seg}$
- Δt : Tiempo adicional debido a corriente de choque

Reemplazando datos tenemos:

$$\Delta t = 7,45^2 \times 0,30 / 2,925^2 = 1,944$$

$$t_0 = 0,0058 / 200^2 \times 2925^2 \times (1 + 1,944) = 3,65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La temperatura que alcanzarían las barras en eventos de corto circuito será:

$$T = 70 + 3,653 = 73,65 \text{ } ^\circ\text{C}; \text{ donde se considera } T_0 = 70 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (temperatura en barra, condiciones normales)}$$

Consideramos satisfactorio este resultado, (T de hasta 200 °C).

4.10 Cálculo de aisladores portabarras en 22,9 kV

De los resultados ya obtenidos:

$$I_{ch} = 7,45 \text{ kA}$$

El esfuerzo electrodinámico por unidad de longitud será:

$$f = 0,0204 \times I_{ch}^2 / d; \text{ en Kg/m.} \quad (4.87)$$

La separación entre barras será (distancia mínima), que se calculará de la siguiente fórmula:

$$d = 10 \text{ cm} + 1 \text{ cm/kV} \quad (4.88)$$

Reemplazando obtenemos: $10 + 1 \times 22,9 = 33 \text{ cm}$

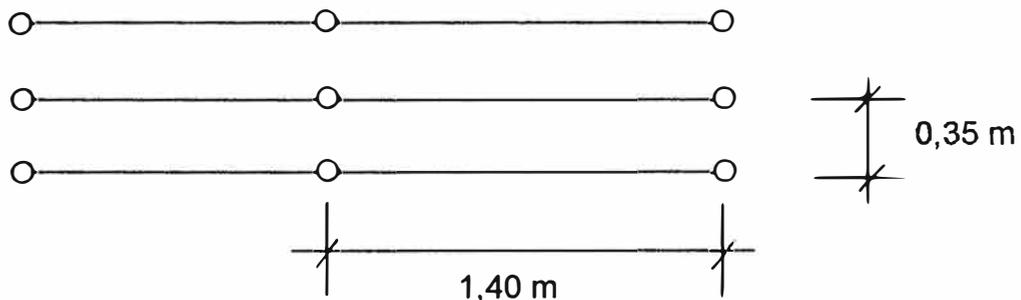


Fig. 4.15 Emplazamiento de Barras de Cobre

Se adopta la separación entre barras para mayor seguridad; $d = 35,0 \text{ cm}$, como se muestra en la Fig. 4.15.

Entonces, reemplazando datos obtenemos:

$$f = 0,0204 \times 7,45^2 / 0,35 = 3,23 \text{ Kg/mt}$$

La fuerza que actuará sobre la cabeza del aislador, en forma horizontal será:

$$F = f \times L \quad (4.89)$$

Es decir, $F = 3,23 \times 1,40 = 4,525 \text{ Kg}$

Considerando el caso mas desfavorable, la carga total que actuará sobre la cabeza del aislador debida a dos tramos será $2 F$, pero entre dos aisladores hay una conexión al transformador que actúa como soporte, por lo tanto el esfuerzo será $2F/2= F$ en Kg.

Se seleccionará aisladores para 24 kV, de 750 Kg de esfuerzo de rotura para instalación interior, con lo que tendrá un coeficiente de seguridad CS de:

$$CS = 750 / 4,52 = 165,8 \approx 165 \quad (\text{En } 22,9 \text{ kV})$$

4.11 Cálculo de ventilación natural – Subestación en Caseta

El transformador de 1000 kVA instalamos con refrigeración natural en el interior de la caseta en la subestación, entonces se deberá de efectuar aberturas de aireación suficientemente grandes en esta caseta por el contorno del transformador, para disipar el calor mediante la aireación natural.

En el caso del transformador de construcción normal, que trata este acápite, se puede partir de un aumento de temperatura del aire de $\Delta T = 12^{\circ}\text{C}$, lo que corresponde a un flujo de aire de 4 a 5 m³/min por 1 kW de calor perdido. El intercambio de aire está determinado por el tamaño de las aberturas, la altura de la chimenea de salida y la resistencia en el trayecto de ventilación.

Para los cálculos requeridos se considera un calor específico del aire C_a :

$$C_a = 1008 \text{ W} \times \text{seg} / \text{Kg} \text{ } ^{\circ}\text{C} = 240,92 \text{ Cal} / \text{Kg} \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

En la Fig. 4.16 se muestra esquemáticamente la instalación del transformador, donde se considera las aberturas de entrada y salida del aire.

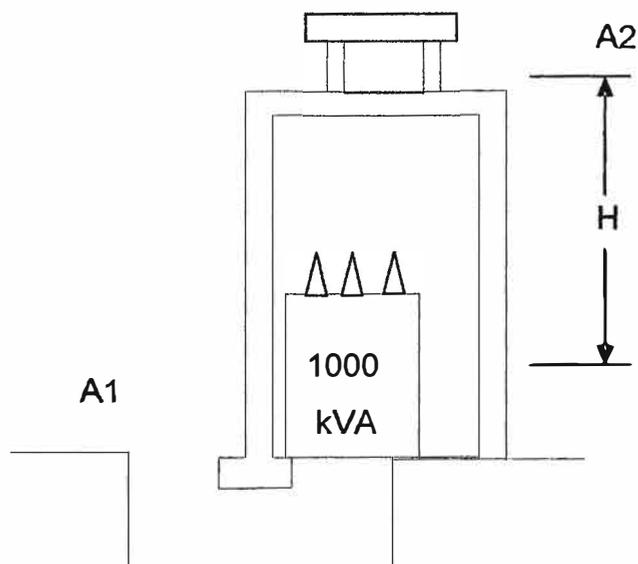


Fig. 4.16 Esquema de instalación de transformador

Concordando con DIN 42 500 y el diseño de la Subestación, se tiene las alturas:

Altura desde el suelo hasta en centro de la abertura de salida del aire en la parte superior de la Subestación (A2), $h = 4400$ mm.

La altura efectiva será: $H = h - h_t = 3402,5$ mm

La altura desde el suelo hasta el centro del transformación (para transformador de potencia = 1000 kVA), se tiene $h_t = 998$ mm

- Pérdidas del transformador $P_v = P_o + a^2 \times P_k$; donde P_o : Pérdidas en Vacío, P_k : Pérdidas de Cortocircuito y a : Factor de Carga ($a = S_a/S_N$); para el transformador de 1000 kVA es del orden del 1% al 1,125% de S_N .

Entonces, la resistencia en el trayecto de ventilación está dado generalmente por:

$$R = R_1 + m^2 \times R_2 \quad (4.90)$$

Donde:

R_1 : Coeficiente de aceleración y resistencia en el canal de entrada

R_2 : Coeficiente de aceleración y resistencia en el canal de salida.

m : Relación entre la sección A1(canal de entrada) y la sección A2 (canal de salida).

De la Fig. 4.16, se obtiene la resistencia en la abertura de la entrada de aire:

Aceleración	1,00
Rejilla de platinas	0,75
Cambio gradual de dirección	<u>0,60</u>
R1	2,35

Así mismo, la resistencia en la abertura de la salida del aire:

Aceleración	1,00
Codo rectangular	1,50
Rejilla de láminas	<u>3,00</u>
R2	5,50

Si el canal de salida se hace más grande que el canal de entrada en 10%.

Obtenemos:

$$m = A_1 / A_2 = 1,0 / 1,1 = 0,909; \text{ entonces } m^2 = 0,83$$

$$\text{Reemplazando datos: } R = R_1 + m^2 \times R_2 = 2,35 \times 0,826 \times 5,50 = 6,895$$

La ecuación de equilibrio para la circulación del aire se pueden calcular con la ecuación:

$$\Delta T^3 \times H = 13,2 \times (P_v / A_1)^2 \times (R_1 + m^2 R_2) \quad (4.91)$$

Donde:

ΔT = Incremento de temperatura en °C; = 12 °C

T_f = Temperatura en la abertura de salida del aire A2; $T_f = 50$ °C

H = Altura efectiva en m.

P_v = Pérdidas del transformador = 10,4 kW para 1000 kVA

A1, A2 = Areas de entrada y salida en m²

Reemplazando se tiene:

$$12,0^3 \times 3,403 = 13,2 \times (10,4 / A1)^2 \times 6,895$$

$$\text{Entonces } A1 = 1,294 \text{ m}^2$$

$$\text{Como } A2 = 1,10 \times A1$$

Se obtiene:

$$A1 = 1,294 \text{ m}^2$$

$$A2 = 1,423 \text{ m}^2$$

Dado que los canales de entrada y salida, son mayores, el volumen de aire que debe tenerse en cuenta, circula normalmente; entonces lo dimensionado para dar el flujo de aire necesario a presión es suficiente.

4.12 Hojas de Cálculos – Detalles

Para efectos de tener una mejor apreciación del trabajo desarrollado, se adjuntan los complementos necesarios de Detalles de Cálculos que se conforman como Hojas de Cálculos de cada rubro de los cálculos efectuados.

Cálculo 4.2**CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR EFECTO JOULE**

Para la Línea y Red Primaria, se efectuarán los cálculos así:

Se empleará la fórmula siguiente:

Sistema: **3Ø - 3 FASES; CON NEUTRO AISLADO**

$$\begin{aligned} pW &= 3 \times I^2 \times R \times L/1000 \\ I_2 &= W/(\sqrt{3} \times V \times \cos \emptyset) \\ I &= I_2 \end{aligned}$$

DONDE:

R : RESISTENCIA CONDUCTOR EN Ω/Km ; A 75°C.

$\cos \emptyset = 0,8$ (FACTOR POTENCIA INDUCTIVO)

I_2 : CORRIENTE EN Amp. (EN EL PUNTO DE RECEPCION)

I : CORRIENTE en Amp. (EN EL PUNTO DE ENTREGA)

V : TENSIÓN ENTRE FASES en kV

pW : PÉRDIDAS POR EFECTO JOULE en kW

Luego se tiene el siguiente CUADRO DE RESULTADOS:

DESCRIPCION : CÁLCULO DE PÉRDIDAS - LÍNEA Y RED PRIMARIA

L.P. ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7

TENSION : 22,9 kV-3Ø

REF.: Diagrama de la Fig. 9

POINT	SIST.	kW	Σ kW	kV	I_2 (Amp)	S (mm ²)	LONG. (Km)	R (Ω/Km)	pW (kW)	Σ pW (kW)	Σ pW % (%)	
P.DIS.												
1	3 Ø		800,0	22,9	25,21	50	0,027	0,794	0,04089	0,0408875	0,00511	
2	3 Ø		800,0	22,9	25,21	50	2,100	0,794	3,18067	3,221558	0,40269	
3	3 Ø	800,0	800,0	22,9	25,21	50	3,534	0,794	5,35289	8,5744514	1,07181	
		Σ LONG. EFECT. L.P.						5,661				
		CASO MÁS CRÍTICO SE DÁ EN EL PUNTO								3	8,5745	1,0718

NOTA: LA Σ pW% (PORCENTUAL), SE REFIERE A LAS PÉRDIDAS RESPECTO A LA POTENCIA TOTAL QUE SE DISTRIBUIRÁ (EN EL RECEPTOR).

LUEGO, EN EL PUNTO DE ENTREGA SE REQUIERE 800,0 + 8,574= 808,574 kW, PARA TENER EN EL PUNTO RECEPTOR (MÁS CRÍTICO) : 800,00 kW.

Cálculo 4.3**CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO**

PROYECTO : S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7

L.P. ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7

Si se tiene:	Conductor:	AL-AI.	Tipo:	2	S =	50 mm ²
CASO MÁS CRÍTICO PARA	V =	22,9 kV				
<u>En el PUNTO DE DISEÑO:</u>	SISTEMA:	3 Ø				
Potencia Corto Circuito	: M =	350				MVA (Pto. de Diseño)
Distanc. más crítica a SECC	: L ₁ =	0,026996				Km
Tensión del Sistema	: V =	22,9				kV
Imped. unit. de Conductores	: Z ₁ =	0,794274 +j	0,4710			Ohm/Km AI-AI. 6201
Corriente Corto Circuito	: I _c =	M/(√3 x V)				KA (Pto. Aliment.)
Corriente Corto Circuito Asim.:	IAS =	I _c x 1.8 x √2				KA (Pto. Aliment.)
<u>En la ESTRUCTURA de SECCION. y MEDICIÓN:</u>						SIST.: 3 Ø
Impedancia Total	: Z =	Z ₁ x L ₁				Ohm (Estruct. SEC.)
Potencia Corto Circuito	: N _{cc} =	V ² / (V ² /M' + Z)	[3 Ø]			MVA (Estruct. SEC.)
Corriente Corto Circuito	: I _{cc} =	N _{cc} / (√3 x V)	[3 Ø]			KA (Estruct. SEC.)
Corriente Dinámica	: I _s =	I _{cc} x 1.8 x √2				KA (Estruct. SEC.)
Factor de Potencia	: Cos Ø =	0,8				(En atrazo)
Valor de Potencia Cto. Cto.	: M =	350	[3 Ø]			MVA
Longitud de Análisis (crítico)	: L ₁ =	0,02700				Km.

EN EL PUNTO DE DISEÑO:

S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO 7

SISTEMA: 3 Ø

M	V	R75°C	X3Ø	I _{cc}	I _s
(MVA)	(kV)	(Ω/Km)	(Ω/Km)	(kA)	(kA)
350,0	22,9	0,794	0,471	8,824	22,463

EN LA ESTRUCTURA: SECCIONAMIENTO

SISTEMA: 3 Ø

ESTR.	L ₁	Z	N _{cc}	I _{cc}	I _s
	(Km)	(Ω)	(MVA)	(kA)	(kA)
SECC.	0,027	0,025	347,02	8,749001	22,27

ENTONCES LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN, SECCIONAMIENTO Y MANIOBRAS DEBERAN SER LOS ADECUADOS PARA SOPORTAR LAS CAPACIDADES DE RUPTURA (EN MVA) INDICADOS EN EL 2do. CUADRO; ASÍ MISMO, ESTOS SERÁN GARANTIZADOS PARA SOPORTAR UNA CORRIENTE DINAMICA (I_s) MAYOR A: 23,00 kA.

Cálculo 4.4**SELECCION DEL NIVEL DE AISLAMIENTO**

SISTEMA 22,9 KV

CONDICIONES DE OPERACION

Tensión nominal de servicio entre fases	[kV]	22,9
Tensión máxima de servicio entre fases	[kV]	25
Punto más alto de la zona de Proyecto	[m.s.n.m.]	450
Temperatura de operación	[°C]	40
Nivel de contaminación ambiental	[Nivel]	MEDIO
Nivel Cerámico	[Torm./Año]	60
Tipo de Conexión del Neutro	[Tipo]	Neutro aislado

SELECCION DE AISLADOR TIPO PIN**A). SOBRETENSIONES EXTERNAS (NORMA I.E.C. 71-1)**

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO		AISLADORES TIPO PIN		
		A FRECUENCIA DE SERVICIO [kVeficaz]	AL IMPULSO [kVpico]	POSITIVO [kVpico]	NEGATIVO [kVpico]	Clase ANSI 56-3 ▼ 8
I	0000 - 1000	50	125	200	265	SI CUMPLE

B). SOBRETENSIONES INTERNAS**B1). NORMA ALEMANA VDE**

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	VDE TENSION DISRUPTIVA BAJO LLUVIA [kVpico]	AISLADORES TIPO PIN		
			POSITIVO [kVpico]	NEGATIVO [kVpico]	Clase ANSI 56-3 ▼ 8
I	0000 - 1000	$59 \times \sqrt{2}$	200	265	SI CUMPLE

NOTA: La tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio que debe tener un aislador, no deberá ser menor a : $U_C = 2.1(U^*F_C + 5) \dots$ [kV]

C). CONTAMINACION AMBIENTAL (NORMA I.E.C. 815)

Minima Distancia de Fuga Especifica Nominal:

MEDIO**20 [mm/kV]**

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	LINEA DE FUGA CONTAMINACION AMBIENTAL		AISLADORES TIPO PIN	
		II. Médium [mm/kV]	[mm]	LINEA DE FUGA [mm]	Clase ANSI 56-3 ▼ 8
I	0000 - 1000	20	500	533	SI CUMPLE

NOTA: En la zona de proyecto, se tiene un nivel bajo (ligero) de contaminación y Según la Tabla II, de la Norma IEC-815 corresponde una mínima distancia de fuga específica nominal de: **20 [mm/kV]**

Cálculo 4.4 (Cont.)**SELECCION DEL NIVEL DE AISLAMIENTO**

SISTEMA 22,9 KV

CONDICIONES DE OPERACION

Tensión nominal de servicio entre fases	[kV]	22,9
Tensión máxima de servicio entre fases	[kV]	25
Punto más alto de la zona de Proyecto	[m.s.n.m.]	450
Temperatura de operación	[°C]	40
Nivel de contaminación ambiental	[Nivel]	MEDIO
Nivel Cerámico	[Torm./Año]	60
Tipo de Conexión del Neutro	[Tipo]	Neutro aislado

SELECCION DE AISLADOR TIPO SUSP.-POLIMÉRICO**A). SOBRETENSIONES EXTERNAS (NORMA I.E.C. 71-1)**

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO		AISLADORES TIPO SUSP.-POLIMER.		
		A FRECUENCIA DE SERVICIO	AL IMPULSO	POSITIVO	NEGATIVO	Clase ANSI
		[kVeficaz]	[kVpico]	[kVpico]	[kVpico]	EPCI-25kv ▼ 8
I	0000 - 1000	50	125	200	210	SI CUMPLE

B). SOBRETENSIONES INTERNAS**B1). NORMA ALEMANA VDE**

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	VDE	AISLADORES TIPO SUSP.-POLIMER.		
		TENSION DISRUPTIVA BAJO LLUVIA	POSITIVO	NEGATIVO	Clase ANSI
		[kVpico]	[kVpico]	[kVpico]	EPCI-25kv ▼ 8
I	0000 - 1000	$59 \times \sqrt{2}$	200	210	SI CUMPLE

NOTA: La tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio que debe tener un aislador, no deberá ser menor a : $U_c = 2.1(U^*F_c + 5) \dots$ [kV]

C). CONTAMINACION AMBIENTAL (NORMA I.E.C. 815)

Minima Distancia de Fuga Específica Nominal: **MEDIO 20 [mm/kV]**

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	LINEA DE FUGA CONTAMINACION AMBIENTAL		AISLADORES TIPO SUSP.-POLIMER.	
		II. Médium ▼		LINEA DE FUGA	Clase ANSI
		[mm/kV]	[mm]	[mm]	EPCI-25kv ▼ 8
I	0000 - 1000	20	500	680	SI CUMPLE

NOTA: En la zona de proyecto, se tiene un nivel bajo (liger) de contaminación y Según la Tabla II, de la Norma IEC-815 corresponde una mínima distancia de fuga específica nominal de: **20 [mm/kV]**

Cálculo 4.5

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Fórmula de Aplicación:

Conforme se muestra en la Fig. adjunta, para una varilla de tierra de longitud efectiva L y diámetro ϕ , se determina la resistencia:

$$R = [\rho / (2 \times \pi \times L)] \times [\ln(8 \times L / \phi) - 1] \times F_t$$

Donde:

$L \gg a$ F_t : Factor de Corrección por Tratamiento del Suelo con Bentonita [0,25]

Se considera el empleo de tratamiento con bentonita, material debidamente aceptado y certificado por entidades especializadas e imparciales competentes, asegurándose que el tratamiento no atente contra el medio ambiente (CNE-S, Numeral 036.B). En este caso se utilizará bentonita.

El tratamiento del suelo obedece al cumplimiento de las prescripciones del CNE-S; dada la no homogeneidad de la resistividad del terreno.

Procedimiento de Evaluación:

Para efectos de cálculos, se procederá mediante el método indirecto donde se pre - elegirá una varilla de dimensiones comerciales para buscar la solución de la ecuación dada:

$L_t = 244\text{cm}$ $\phi = 1,59\text{cm}$ Se entierra a partir del nivel del suelo $h_e = -30\text{ cm}$ (i)

Se considera además la medición de resistividad del suelo, completamente aislado a -30 cm (ii)

Resistividad promedio: $\rho = 2951,0 \Omega \cdot \text{cm}$ (conforme a mediciones, a -30 cm) (iii)

Entonces se tiene: $L = 244,0 + 30,0 - 30,0 = 244\text{ cm}$

Luego:

$$R_{RP} = [\rho / (2 \times \pi \times L)] \times [\ln(8 \times L / \phi) - 1] \times F_c \Rightarrow R = 2,942 \Omega < 25,0 \Omega \quad (\text{L.P.})$$

$$R_{RS} = [\rho / (2 \times \pi \times L)] \times [\ln(8 \times L / \phi) - 1] \times F_c \Rightarrow R = 2,942 \Omega < 6,0 \Omega \quad (\text{R.S.})$$

$$R_{Med} = [\rho / (2 \times \pi \times L)] \times [\ln(8 \times L / \phi) - 1] \times F_c \Rightarrow R = 2,942 \Omega < 3,0 \Omega \quad (\text{Sist. Med.})$$

Con lo que se cumple el CNE-S Numeral 017.B-Nota 2.

Conclusión:

Las puestas a tierra serán del tipo jabalina, con varilla instalada verticalmente, ésta será tipo Copper Weld y sus dimensiones serán: $L = 8'$ (244 cm) y $\phi = 5/8''$ (1,59 cm).

Resumen:

◇□ Considerando que el terreno es del tipo arcilloso con arena y grava con resistividad $\rho = 2951 \Omega \cdot \text{cm}$

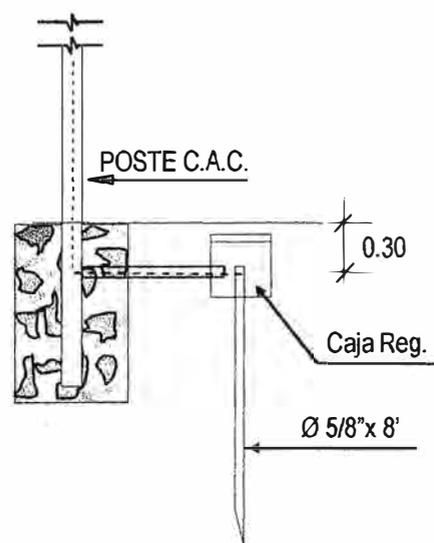
◇□ Para asegurar los valores permisibles de resistencia, se deberá tratar la tierra con sales químicas o similar.

◇ ϕ : $5/8''$ (1,59 cm.).

◇ L : $8'$ (2,44 m.).

◇ Material : Tipo Cooper-Weld.

◇ Norma : National Electric Code.



PTA. A TIERRA «1 VARILLA»

Fig. C5.1

Cálculo 4.6**CÁLCULO DE CUT OUTS**

Cálculo de Corriente de Cortocorcuito Asimétrico (kA) en el Cut Out:

a1. PREMISAS:

- SISTEMA : 3 Ø
- NIVEL DE TENSIÓN : 22,9 kV
- POTENCIAS DE LA CARGA N1 : 1000,0 kVA

LUEGO:

- SUMATORIA DE CARGAS (Σ En Pto. Diseño) : 1000,0 kVA
- TIPO DE CONDUCTOR : AA-6201 - DESNUDO
- SECCIÓN DEL CONDUCTOR : 50 mm²
- CONFIG. DE CONDUCTORES: 3 HILOS: 3 FASES, CON NEUTRO AISLADO
EN VERTICAL
- IMPEDANCIA RESISTIVA CONDUCTORES : 0,7943 Ohm/Km
- IMPEDANCIA INDUCTIVA CONDUCTORES : j 0,4710 Ohm/Km
- FACTOR DE POTENCIA : 0,80 en atraso

b1. CONDICIONANTES:

- DE REGLA 275.B (CNE-S); SI SISTEMA : 3 Ø
- NIVEL DE TENSIÓN DE CÁLCULO = 3Ø : 22,9 kV
- SISTEMA PARA EFECTOS DE CÁLCULOS : 3 Ø
- POT. CTO. CTO. EN PUNTO DE CONEX. 3Ø : 344,27 MVA

c1. FÓRMULAS A APLICAR - PARA EL CORTACIRCUITO:

- CORRIENTE CTO. CTO. DEL SISTEMA I_{cc} = $M/(\sqrt{3} \times V)$
- CORRIENTE CTO. CTO. ASIMÉTRICO $I_{AS} = I_D$ = 4,05
- CORRIENTE DE PASO I_D SE OBTIENE DE = De Fig. 4.7

d1. CUADRO DE RESULTADOS:

M (MVA)	V (kV)	I_{cc} (kA)	I_{AS} (kA)
344,3	22,9	8,680	4,050

ENTONCES LOS CUT OUTS DEBERÁN SER LOS ADECUADOS PARA SOPORTAR LAS CAPACIDADES DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO I_{cc} CALCULADO Y LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ASIMÉTRICO I_{AS} QUE DEBERÁ SER > 5,0 kA

Cálculo 4.6 (Cont.)Cálculo del Nivel Básico de Aislamiento kV BIL del Cut Out:

a2. PREMISAS:

- NIVEL BÁSICO DE AISLAMIENTO DEL SIST. BIL = 125,00
CONFORME A NORMA RD N° 018-2003-EM/DGE e IEC-71
- TENSIÓN DISRRUPTIVA EN SECO CUTOUT U_{co} = $U_c \times C_s \times C_m$
- TENSIÓN MÁXIMA DEL SISTEMA $U_{m\acute{a}x}$ = 25,00
- COEFIC. POR MANIOBRABILIDAD CUTOUT F1 = 1,10
- APLICANDO:
 $BIL_{co} = BIL \times F1 = 137,5$
- DE TABLA 273-1, $BIL_{co} \Rightarrow BIL_{co} = 150,00$

b2. RESULTADOS:

- DISTANCIA DE FUGA $L_{co} = 500,00$
- CAPAC.DE CORRIENTE CONTINUA CUTOUT $I_{co} = 300,00$
- CAPAC. DE POTENCIA CONTINUA CUTOUT $N_{m\acute{a}x} = 10328,2 \text{ kVA}$

c2. DE ACUERDO A CATÁLOGOS, LOS CUT OUTS SERÁN DE:

I (A)	V_L (kV)	BIL (kV)	I_{As} (kA)	FUSE "K" (A)	L_{co} (mm)
300,0	27,0	150,0	8,0	Variable	500,0

Seleccionamiento de los Fusibles para Cut Out:

Se seleccionará fusibles tipo rápidos ("K"); con intensidad de corriente se evalúa de acuerdo al uso y operación como se conecta:

d2. LOS FUSIBLES REQUERIDOS SERÁN DE:

DESCRIPCIÓN	SECCIO- NAMIENTO	TRAFO1 EN CASETA
SISTEMA	3 Ø	3 Ø
POT. APARENTE	1000,0 kVA	1000,0 kVA
TENSIÓN NOMINAL V_N	22,9 kV	22,9 kV
FUSE CUT OUT "K"	$\geq 50,0 \text{ A}$	40,0 A

Cálculo 4.7**CÁLCULO DE PARARRAYOS TIPO AUTOVÁLVULA**

$$\begin{aligned} \text{Factor Vsist1}\emptyset &= 1,105 \\ \text{Un} &= 22,9 \text{ kV} \\ \text{Vmax} &= \text{Un} \times \text{Fvm} \\ \text{Vmax} &= 25,0 \text{ kV (conforme a Normas)} \\ 1 \times \text{Vmax} &= 25,00 \text{ kV} \\ 1 \times \text{Vmax} / \sqrt{3} &= 14,43 \text{ kV} \\ \text{TOVsist} &= \text{Vmax-ft} \times \text{Fpat} \quad \text{kV} \\ \text{TOVsist} &= (\text{Un}/\sqrt{3}) \times \text{Fvm} \times \text{Fpat} \quad \text{kV} \\ \text{Fvm} &= 1,09 \text{ (Dato)} \end{aligned}$$

Así también:

$$\text{TOVsist} = 22,62 \text{ (Leída)} \quad \text{kV}$$

Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Fpat} &= \text{TOVsist} / [(\text{Un}/\sqrt{3}) \times \text{Fvm}] \\ \text{Fpat} &= 1,567 \\ \text{Ifalla} &> 1000 \text{ A} \end{aligned}$$

Como:

$$1,57 > 1,4 \text{ entonces, se analiza considerando pararrayos con impedancia puesta a tierra}$$

Luego $t < 10 \text{ seg.}$

La tensión de operación continua (a frecuencia industrial) que puede ser aplicada en bornes del pararrayos será:

$$\begin{aligned} \text{MCOVsist} &= \text{Vmax} / \sqrt{3} \\ \text{MCOVsist} &= 14,43 \text{ kV} \end{aligned}$$

En consecuencia:

$$\text{MCOVpar} \geq \text{MCOVsist}$$

Selección de Uro en base a la tensión preliminar

Como característica del pararrayos, se tiene:

$$\text{Uc (máx)} = 0,8 \times \text{Un}$$

Luego:

$$\begin{aligned} \text{Uro} &= \text{MCOVsist} / 0,8 \\ \text{Uro} &= 18,04 \text{ kV} \end{aligned}$$

Determinación de TOV en base a amplitud y duración de la falla

$$\text{TOVsist} = 22,62 \text{ (Leída)} \quad \text{kV}$$

Cálculo 4.7 (Cont.)

Para sistemas con impedancia puesta a tierra se adopta:

$$F'_{pat} = 1,73 \text{ (Para redes con impedancia puesta a tierra)}$$

Entonces:

$$TOV'_{sist} = (V_n) \times F_{vm} \times F'_{pat} \quad kV$$

$$TOV'_{sist} = 24,97 \quad kV$$

$$TOV_{sist} < TOV_{par} \leq TOV'_{sist}$$

$$22,62 < TOV_{par} \leq 24,97 \quad kV$$

Luego se selecciona:

$$TOVe \leq TOV'_{sist} \quad \text{Luego de Catálogos:}$$

$$TOVe \approx 23,80 \quad kV$$

Consideración de energía absorbida previa (de Catálogo del Fabricante)

$$U_{re} = TOV_{sist} / Tr$$

Donde:

$$Tr = 1,1 \quad \text{(Conforme a característica o curvas dada por el Fabricante)}$$

Para 10 segundos, con energía previa

$$U_{re} = 20,57 \quad kV$$

Selección final:

Se selecciona el mayor valor entre U_{ro} y U_{re}

$$U_r \geq 20,6 \quad kV$$

$$U_r = 21,0 \quad kV \quad \text{De Catálogos}$$

Para un pararrayos de 21 kV, el MCOV según normas IEC y ANSI/IEEE C62.11, es de 17 kV lo cual cumple con los cálculos efectuados

$$MCOV_{par} \geq 17,0 \quad kV \quad \text{De Catálogos}$$

$$MCOV_{sist} \geq 14,43 \quad kV$$

Distancia de Fuga:

Considerando la tensión máxima del sistema y el grado de contaminación (20 mm/kV) se obtiene: $L_{par} = 500 \text{ mm}$

Resultados conforme a Catálogos:

$$V_{m\acute{a}x} = 25 \quad kV$$

$$U_c = 21 \quad kV$$

$$MCOV = 17 \quad kV$$

$$TOV (10 \text{ s}) = 23,1 \quad kV$$

$$L_{par} = 500 \quad \text{mm}$$

Cálculo 4.8**CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN - TRAFOMIX**

Con el propósito de efectuar mediciones en forma coordinada entre el trafomix y el medidor electrónico, se hace necesario efectuar los cálculos de los bobinados del transformador de medida (TRAFOMIX); para lo cual se resaltan las características de los equipos involucrados; y así como los parámetros de carga, que corresponden al Proyecto:

Máxima Demanda de Potencia - Proyectada	=	792,0 kW
Factor de Potencia	=	0,8 Inductivo
Tensión del Sistema (tensión Fase - Fase)	=	22,9 kV
Tipo de Sistema	=	3Ø
Tipo de conexionado	=	Con neutro aislado.

Entonces se tiene la Intensidad de Corriente Nominal (I_n):
 Para el lado de A. T., se tiene $I_n = P / (\sqrt{3} \times V_n \times \cos \emptyset)$ = 25,0 A

ANÁLISIS - BOBINADOS DE TENSIÓN:

§ Nivel de Tensión Primaria	=	22,9 kV
§ Nivel de Tensión Secundaria	=	0,22 kV

Luego, la relación de transformación, estará dada por: $R_t = 22,90 / 0,22 \text{ kV}$

Dado que el Trafomix proyectado tiene 3 bobinados de tensión; estos se conectarán en estrella; con neutro puesto a tierra.

ANÁLISIS - BOBINADOS DE CORRIENTE:

§ Nivel de Tensión Primaria	=	22,9 kV
§ Nivel de Tensión Secundaria	=	0,22 kV
§ Máxima Intensidad de Corriente a medir en el Medidor	=	5,0 A
§ Máxima Demanda de Potencia del Proyecto - Inicial	=	269,5 kW (1)
§ Máxima Demanda de Potencia del Proyecto - Proyectada	=	792,0 kW (2)

Luego, se calcula las Intensidades de Corriente para las condiciones (1) y (2):

$$I_{n1} = MD / (\sqrt{3} \times V_n \times \cos \emptyset) = 8,5 \text{ A}$$

$$I_{n2} = MD \times 1,5 / (\sqrt{3} \times V_n \times \cos \emptyset) = 25,0 \text{ A}$$

Entonces, se determina las Intensidades de las Corrientes de Diseño del Trafomix; las mismas que no deberán tener diferencias notables con los valores hallados; es decir:

$$I_{d1} = 10,0 \text{ A}$$

$$I_{d2} = 30,0 \text{ A}$$

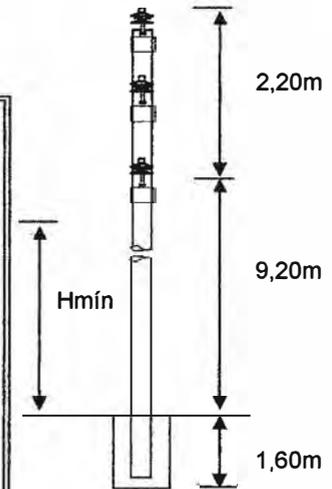
Luego, la relación de transformación, estará dada por: $R_c = 10,0 - 20,0 - 30,0 / 5,0 \text{ A}$

Dado que el Trafomix proyectado tiene 3 bobinados de tensión; estos se conectarán en estrella; con neutro puesto a tierra.

Cálculo 4.9**CÁLCULOS - ECUACION DE CAMBIO DE ESTADO - LP**

AlA1

S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO Nº 7			
CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES			
Sección	50 mm ²	AAAC-6201	
T.C.D.	6 Kg/mm ²		
T.C.D (Verificado):	5,72 Kg/mm ²		
Desnivel h =	3,10 m		
Hipótesis I : Condiciones de Máximo Esfuerzo.			
Temp. 1:	5 °C	Veloc.Viento:	70,2 Km/hr.
Hipótesis II : Condiciones Normales (EDS o TCD).			
Temp. 2:	25 °C	Veloc.Viento:	0 Km/hr.
Hipótesis III : Condiciones con Parámetros Combinados.			
Temp. 3:	25 °C	Veloc.Viento:	70,2 Km/hr.
Hipótesis IV : Condiciones de Máxima Flecha.			
Temp. 4:	50 °C	Veloc.Viento:	0 Km/hr.

**Estructura de L.P.****Fig. C9.1****EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA FLECHA MÁXIMA:**

CONFORME AL CNE-SUMINISTRO TABLA 232-1: SE CONSIDERA PARA EL PROYECTO LAS ALTURAS MÍN. DEL CONDUCTOR MÁS BAJO AL PISO IGUAL A 6,50 m. CONFORME A LA EVALUACIÓN RESPECTIVA (NUMERAL 4.1.4); DADO QUE SE PLANTEAN VÍAS CON TRÁFICO DE CAMIONES (REDES PARAL. A LA VÍA).

RESOLUCIÓN DE LA EC. DE TRUXA:

$$\sigma_2^2(\sigma_2 + \alpha \times E \times (t_2 - t_1) \cos \delta + Wr_1^2 \times Vb^2 \times E \times \cos \delta^3 / (24 \times a^2 \times \sigma_1^3) - \sigma_1 = Wr_2^2 \times Vb^2 \times E \times \cos \delta^3 / (24 \times A^2)$$

TABLA DE CÁLCULO MECANICO DE CONDUCTORES(Sección : 50 mm²)

Vano (m)	103	106	109	112	115	120	125	130	135	140
HIP. I	σ 8,77	8,78	8,80	8,81	8,83	8,85	8,87	8,90	8,92	8,95
	f 0,77	0,82	0,86	0,91	0,96	1,04	1,13	1,21	1,31	1,40
HIP. II	σ 5,72	5,72	5,72	5,72	5,72	5,72	5,72	5,72	5,72	5,72
	f 0,64	0,68	0,72	0,76	0,80	0,87	0,94	1,02	1,10	1,18
HIP. III	σ 6,67	6,71	6,74	6,78	6,82	6,88	6,94	7,00	7,06	7,12
	f 1,02	1,07	1,13	1,18	1,24	1,34	1,44	1,54	1,65	1,76
HIP. IV	σ 3,40	3,43	3,46	3,50	3,53	3,58	3,63	3,67	3,72	3,76
	f 1,08	1,13	1,18	1,24	1,29	1,39	1,49	1,59	1,69	1,79

TABLA DE TEMPLADO
(Flecha en metros)

°C/Vano	103	106	109	112	115	120	125	130	135	140
10	0,45	0,47	0,50	0,52	0,55	0,60	0,64	0,69	0,75	0,80
12	0,46	0,48	0,51	0,54	0,56	0,61	0,66	0,71	0,76	0,82
14	0,47	0,50	0,52	0,55	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,84
16	0,48	0,51	0,54	0,57	0,59	0,64	0,69	0,75	0,80	0,86
18	0,50	0,52	0,55	0,58	0,61	0,66	0,71	0,76	0,82	0,88
20	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,68	0,73	0,78	0,84	0,90
22	0,53	0,55	0,58	0,61	0,64	0,69	0,75	0,80	0,86	0,92
24	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,71	0,77	0,82	0,88	0,94
26	0,56	0,59	0,62	0,65	0,68	0,73	0,79	0,84	0,90	0,96
28	0,57	0,60	0,63	0,66	0,70	0,75	0,81	0,86	0,92	0,98
30	0,59	0,62	0,65	0,68	0,71	0,77	0,82	0,88	0,94	1,00
32	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,79	0,85	0,90	0,96	1,03
34	0,62	0,65	0,69	0,72	0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	1,05

OBSERVACIONES: σ : en Kg/mm²; f: en mts.**NOTA** : PARA EFECTOS DE CÁLCULOS, SE HA CONSIDERADO Vb = 115,00 m.

Cálculo 4.9 (Cont.)

GRÁFICOS QUE SUSTENTAN LOS CÁLCULOS DE LA ECUACIÓN DE CAMBIO DE ESTADO (EC. DE TRUXA)

S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO Nº 7

h = 3,1 m.

(Sección : 50 mm²)

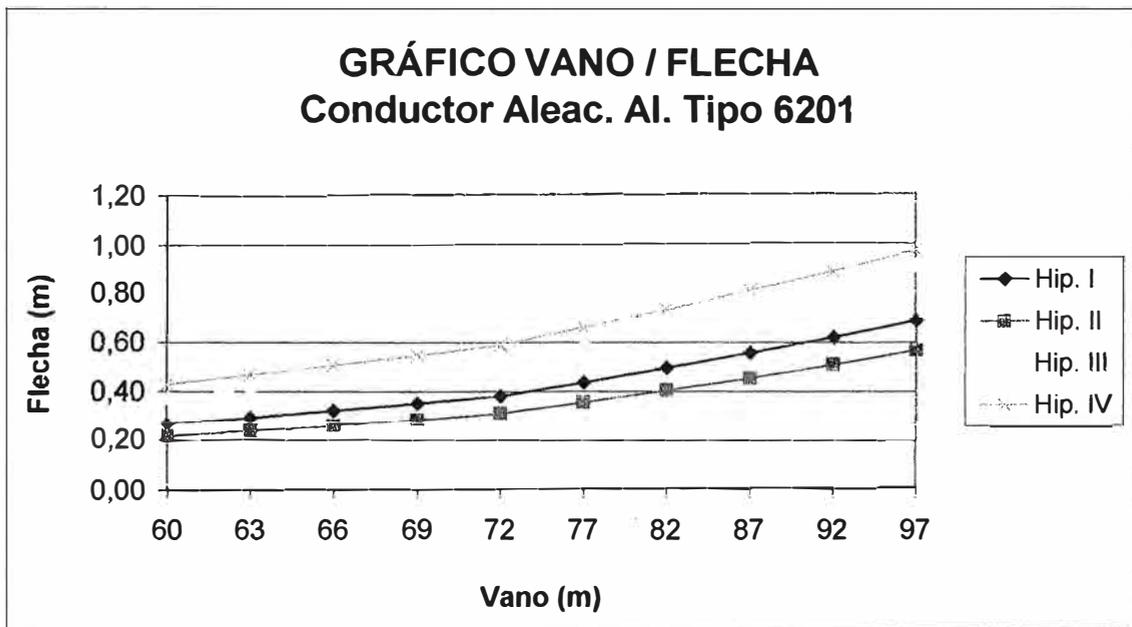
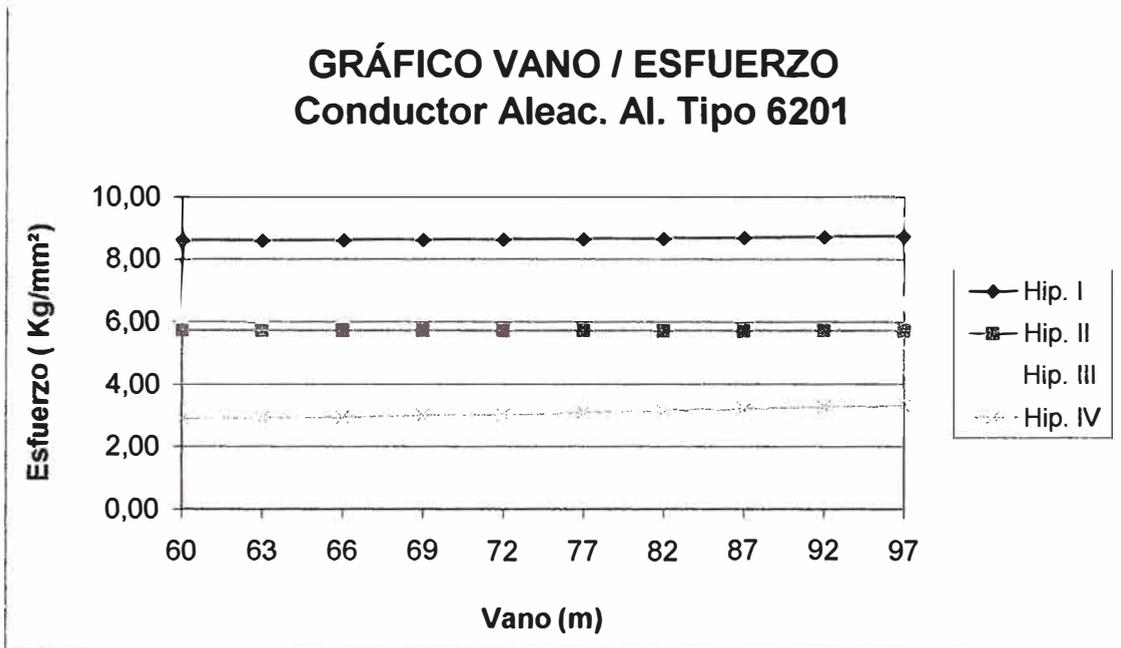


Fig. C9-2

Cálculo 4.9 (Cont.)**DESARROLLO Y CÁLCULOS DE PARÁMETROS****Definición de Parámetro de la CATENARIA**

Complementando los Cálculos de la ECUACIÓN DE CAMBIO DE ESTADO (incluye sus Hipótesis); se tiene:

La metodología de los cálculos será partir de una Hipótesis con parámetros conocidos y llegar a la otra donde se requiere el cálculo de algún parámetro:

VERIFICACION DE LA TENSION DE CADA DIA TCD % (CONDUCTORES):

Se tiene de la Hipótesis II:

$$\text{TCD (\%)} = \frac{\sigma \text{ (Hip. II)}}{\text{TiroRotura/Sección}} \times 100 = 18,8679 \% \quad \text{ERROR!!!}$$

Que se corrige!!

$$\text{Entonces TCD (\%)} = 18,0\% \leq \sigma_{02} \quad \text{Kg/mm}^2$$

Es decir : $\sigma_{02} = 5,72 \text{ Kg/mm}^2$ Cumple con las condiciones dadas!!!

$$\text{Como: } C = T_0/Wr = 286,2 / 0,1378 = 2076,92 \quad (\text{HIP. II})$$

$$\text{Entonces : } y = 2076,92 \times \text{Cos } h(x/C)$$

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE SEGURIDAD (HIP. I)

En este Proyecto, se partirá de la Hip. II y se llegará a la Hip. I. [en el 1er. cálculo] y así consecutivamente.

De la Hipótesis I:

$$\sigma_{01} = \frac{\text{TiroRotura (Kg)}}{\text{Secc (mm}^2) \times \text{CS}} = \frac{1590 \text{ (Kg)}}{50 \times \text{CS}} = 8,82544 \text{ (Kg/mm}^2)$$

De donde:

$$\text{CS} = \frac{1590}{50 \times 8,825} = 3,603 \quad (\text{Hipótesis I})$$

Entonces:

$$T_0 \sigma_{01} \times A = 441,27 \text{ Kg.} \quad (\text{en el vértice del cable})$$

DETERMINACION DE LA ECUACION DE LA CATENARIA (HIP. I)

$$\text{Como : } C = T_0 / Wr = 441,27 / 0,2556$$

$$C = 1726,42 \text{ m. (HIP: I)}$$

Entonces:

$$y = 1726,42 \times \text{cos } h(x/C)$$

Cálculo 4.9 (Cont.)

DEFINICION DEL ANGULO DE DESNIVEL δ Y EL VANO REAL b:

Con el propósito de corregir la Ecuación de Cambio de Estado, se define el ángulo de desnivel " δ " como el arc tg del cociente "h/d"; donde "h" es la altura de desnivel y "d" es la distancia horizontal entre estructuras (vano horizontal).

Así mismo, la distancia real entre estructuras define el vano real "b", que es igual al resultado del cociente $d / (\cos \delta) = h / (\sen \delta)$

Con la inserción de estos conceptos se ha evaluado la Ecuación de Cambio de Estado.

DEFINICION Y DETERMINACION DEL VANO BASICO a:

Aplicando la fórmula y los vanos del Proyecto se obtiene el Vano Básico de regulación:

$$a = \frac{\sum (ai/\cos^3 \delta_i)}{\sum (ai / \cos^2 \delta_i)} \times \sqrt{\frac{\sum ai^3}{\sum (ai / \cos^2 \delta_i)}}$$

[Líneas de Transmisión - J. Bautista R.]

a = 114,95 m

ai
100,00
110,00
120,00
125,00

Para efectos de Cálculos, seleccionamos:

a = 115,0 m

h = 3,1

S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7

DETERMINACION DEL DESNIVEL h:

En el presente Proyecto, conociendo la topografía del terreno se observa que presenta zonas con pendiente variadas y moderadas; para propósitos de efectuar los cálculos se optará por considerar una pendiente promedio, la misma que determinará el desnivel definido como h. que ha sido calculado tomando las cotas del levantamiento topográfico que se repiten con mayor frecuencia para el caso de las zonas con pendientes; y ha sido cuantificado mediante la siguiente expresión [se debe efectuar este proceso para cada de red que tiene un recorrido recto]:

$$h = \frac{(Cota superior 1 - Cota inferior 1)}{[Dist.efectiva entre ambas Cotas]/Vano Básico} = -3,05851$$

Conforme al Perfil Topográfico: Se tiene una topografía con pendientes moderadas (h calculado corresponde a dos vano adyacentes); por lo que se adopta:

h = 3,10 m

Cálculo 4.10**PARÁMETROS DE POSTES Y ESTRUCTURAS****ALTURA DE POSTES Y ESTRUCTURAS S.U.**

Considerando: $H_{fm1} = 1,29 \text{ m}$ $V = 70,2 \text{ Kg/hr}$
 $H_{pi} = 0,20 \text{ m}$
 $h_e = 1,60 \text{ m}$

Alineamiento (con cruceta): S.U.

$$H + H_{pi} = H_{c1} + H_{fm1} + H_o + h_e$$

$$H = 12,19 \text{ m.}$$

Dando holguras a dist. de seguridad se adiciona $H_{o1} = 2,0 \text{ m.}$

De donde obtenemos: $H = 13 \text{ m}$

Así también: $h_e = H/8$

Resolviendo, se tiene $h_e = 1,60 \text{ m}$

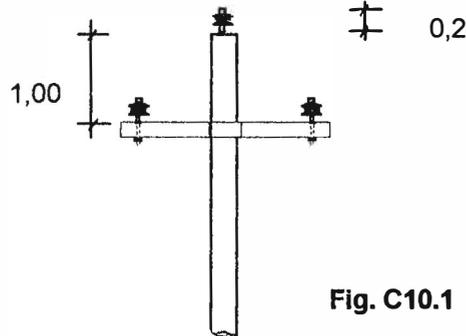


Fig. C10.1

Armado - Anclaje: S.U. (Caso más crítico)

$$H = D3 + H_c + H_{fm1} + H_o + h_e$$

$$H = 12,59 \text{ m.}$$

Dando holguras a dist. de seguridad se adiciona $H_{o2} = 1,0 \text{ m.}$

De donde obtenemos: $H = 13 \text{ m}$

Así también: $h_e = H/8$

Resolviendo, se tiene $h_e = 1,60 \text{ m}$

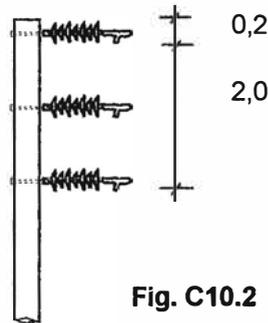


Fig. C10.2

CALCULO DE ESFUERZOS Y TRACCIONES EN POSTES DE C.A.C.**ANALISIS: P/ALINEAMIENTO**

Diámetro de empotramiento:

1 TERNA

Con:

$$h_L = 11,40 \text{ m.}$$

$$d_o = 180 \text{ mm.}$$

$$d_2 = 375,0 \text{ mm.}$$

$$d_1 = d_o + h_L/H \times (d_2 - d_o)$$

$$d_1 = 351,0 \text{ mm.}$$

ANALISIS: P/ANCLAJE

Diámetro de empotramiento:

Con:

$$h_L = 11,40 \text{ m.}$$

$$d_o = 180 \text{ mm.}$$

$$d_2 = 375 \text{ mm.}$$

$$d_1 = d_o + h_L/H \times (d_2 - d_o)$$

$$d_1 = 351,0 \text{ mm.}$$

Altura de aplicación de fuerza del viento:

$$Z = h_L/3 \times (d_1 + 2 \times d_o)/(d_1 + d_o)$$

$$Z = 5,088 \text{ m.}$$

Carga del viento sobre el poste:

$$F_{vp} = P_v \times h_L \times (d_1 + d_o)/2,$$

$$F_{vp} = 71,99 \text{ Kg}$$

$$P_v = K V^2 \Rightarrow P_v = 23,785 \text{ Kg/m}^2$$

Altura aplicación de fuerza del viento:

$$Z = h_L/3 \times (d_1 + 2 \times d_o)/(d_1 + d_o)$$

$$Z = 5,0881 \text{ m.}$$

Carga del viento sobre el poste:

$$F_{vp} = P_v \times h_L \times (d_1 + d_o)/2,$$

$$F_{vp} = 71,99 \text{ Kg}$$

$$P_v = K V^2 = 23,785 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo 4.10 (Cont.)

Momento del viento sobre el poste:

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

$$M_{vp} = 366,30 \text{ Kg/m.}$$

Carga del viento sobre el conductor:

	Terna 1	Neutro
σ =	8,83	0,00 Kg/mm ²
A =	50	0 mm ²
\varnothing_c =	8,90	0,00 mm.
$f_{m\acute{a}x}$ =	1,29	0,00 m.

$$L = 115,00 \text{ m. (V. B\acute{a}sico)}$$

$$F_{vc} = P_v \times L \times \varnothing_c / 1000 \times \cos \alpha / 2$$

$$F_{vc} = 24,344 \times \cos \alpha / 2$$

C\acute{a}lculo para α peque\~{n}os:

$$\begin{aligned} F_{vc_1} &= 24,344 \text{ Kg.} & \alpha_1 &= 0,0^\circ \\ F_{vc_2} &= 24,321 \text{ Kg.} & \alpha_2 &= 5,0^\circ \\ F_{vc_3} &= 24,251 \text{ Kg.} & \alpha_3 &= 10,0^\circ \end{aligned}$$

Tracci\~{o}n de los conductores:

$$\begin{aligned} T &= 2 \times \sigma \times A \times \sin \alpha / 2 \\ \text{Con: } \sigma &= 8,83 \text{ Kg/mm}^2 \text{ EM\acute{a}x} \\ T &= 882,544 \times \sin \alpha / 2 \end{aligned}$$

C\acute{a}lculo para α propuestos:

$$\begin{aligned} T_1 &= 0,00 \text{ Kg.} \\ T_2 &= 38,50 \text{ Kg.} \\ T_3 &= 76,92 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Fuerza total sobre los conductores:

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

C\acute{a}lculo para α peque\~{n}os:

$$\begin{aligned} F_{c_1} &= 24,344 \text{ Kg.} \\ F_{c_2} &= 62,817 \text{ Kg.} \\ F_{c_3} &= 101,170 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Momento del viento sobre el poste:

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

$$M_{vp} = 366,30 \text{ Kg/m.}$$

Carga del viento sobre el conductor:

	Fases	Neutro
σ =	8,83	0,00 Kg/mm ²
A =	50	0 mm ²
\varnothing_c =	8,90	0,00 mm.
$f_{m\acute{a}x}$ =	1,29	0,00 m.

$$L = 115,00 \text{ m. (V. B\acute{a}sico)}$$

$$F_{vc} = P_v \times L \times \varnothing_c / 1000 \times \cos \alpha / 2$$

$$F_{vc} = 24,344 \times \cos \alpha / 2$$

C\acute{a}lculo para α propuestos:

$$\begin{aligned} F_{vc_1} &= 24,344 \text{ Kg.}; & \alpha'_1 &= 0,0^\circ \\ F_{vc_2} &= 24,321 \text{ Kg.}; & \alpha'_2 &= 5,0^\circ \\ F_{vc_3} &= 24,251 \text{ Kg.}; & \alpha'_3 &= 10,0^\circ \\ F_{vc_{180}} &= 0,000 \text{ Kg.}; & \alpha'_4 &= 180,0^\circ \end{aligned}$$

Tracci\~{o}n de los conductores:

$$\begin{aligned} T &= 2 \times \sigma \times A \times \sin \alpha / 2 \\ \text{Con: } \sigma &= 8,83 \text{ Kg/mm}^2 \text{ EM\acute{a}x} \\ T &= 882,544 \times \sin \alpha / 2 \end{aligned}$$

C\acute{a}lculo para α propuestos:

$$\begin{aligned} T_1 &= 0,00 \text{ Kg.} \\ T_2 &= 38,50 \text{ Kg.} \\ T_3 &= 76,92 \text{ Kg.} \\ T_{180} &= 441,27 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Fuerza total sobre los conductores:

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

C\acute{a}lculo para α propuestos:

$$\begin{aligned} F_{c_1} &= 24,344 \text{ Kg.} \\ F_{c_2} &= 62,817 \text{ Kg.} \\ F_{c_3} &= 101,170 \text{ Kg.} \\ F_{c_{180}} &= 441,272 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Cálculo 4.10 (Cont.)

Momento del viento sobre los conductores y tracción de los conductores:

$$M_c = F_c \times L_i$$

	Fase	Neutro
$h_s =$	$H - h_e + h_{pi}$	
$h_s =$	10,65	0,00 m.
$h_m =$	10,40	0,00 m.
$h_i =$	10,40	0,00 m.

1 CIRCUITO

Cálculo para α pequeños:

$$M_{c1} = 765,62 \text{ Kg-m}$$

$$M_{c2} = 1975,59 \text{ Kg-m}$$

$$M_{c3} = 3181,80 \text{ Kg-m}$$

Momento torsor debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$M_t = R_c \times T \times (\cos \alpha / 2) \times B_c$$

Donde:

$$R_c = 0,50$$

$$B_c = 0,75 \text{ m}$$

Cálculo para α pequeños:

$$M_{t1} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

$$M_{t2} = 14,42 \text{ Kg-m}$$

$$M_{t3} = 28,73 \text{ Kg-m}$$

Momento flector debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$M_f = R_c \times T \times (\cos \alpha / 2) \times h_a$$

Donde:

$$h_a = 10,65 \text{ m [caso más crítico]}$$

(Altura del conductor roto más alto)

Cálculo para α pequeños:

$$M_{f1} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

$$M_{f2} = 204,80 \text{ Kg-m}$$

$$M_{f3} = 408,03 \text{ Kg-m}$$

Momento total equivalente por rotura de conductor en extremo de cruceta:

$$M_{TE} = M_f / 2 + 1/2 \sqrt{M_f^2 + M_t^2}$$

Cálculo para α pequeños:

$$M_{TE1} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

$$M_{TE2} = 205,05 \text{ Kg-m}$$

$$M_{TE3} = 408,54 \text{ Kg-m}$$

Momento del viento sobre los conductores y tracción de los conductores:

$$M_c = F_c \times L_i$$

	Fase	Neutro
$h_s =$	$H - h_e - D_3$	
$h_s =$	11,20	0,00 m.
$h_m =$	10,20	0,00 m.
$h_i =$	9,20	0,00 m.

Cálculo para α propuestos:

$$M_{c1} = 744,93 \text{ Kg-m}$$

$$M_{c2} = 1922,20 \text{ Kg-m}$$

$$M_{c3} = 3095,81 \text{ Kg-m}$$

$$M_{c180} = 13502,92 \text{ Kg-m}$$

Momento torsor debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$M_t = R_c \times T \times (\cos \alpha / 2) \times B_c$$

Donde:

$$R_c = 0,50$$

$$B_c = 0,00 \text{ m [sin cruceta]}$$

Cálculo para α propuestos:

$$M_{t1} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

$$M_{t2} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

$$M_{t3} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

$$M_{t180} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

Momento flector debido a la rotura del conductor en el poste:

$$M_f = R_c \times T \times (\cos \alpha / 2) \times h_a$$

Donde:

$$h_a = 11,20 \text{ m [caso más crítico]}$$

(Altura del conductor roto más alto)

Cálculo para α pequeños:

$$M_{f1} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

$$M_{f2} = 215,37 \text{ Kg-m}$$

$$M_{f3} = 429,11 \text{ Kg-m}$$

$$M_{f180} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

Momento total equivalente por rotura de conductor en el poste:

$$M_{TE} = M_f / 2 + 1/2 \sqrt{M_f^2 + M_t^2}$$

Cálculo para α propuestos:

$$M_{TE1} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

$$M_{TE2} = 215,37 \text{ Kg-m}$$

$$M_{TE3} = 429,11 \text{ Kg-m}$$

$$M_{TE180} = 0,00 \text{ Kg-m}$$

Cálculo 4.10 (Cont.)**Resumen - Evaluación y Resultados de Parámetros**

Proyecto : S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7
 Sistema : TRIFÁSICO con 3 Fases + 0 Neutro
 Configuración : Conforme a Estructura de Alineamiento y Anclaje definidas.
 Conductores : (3 FASES) 50mm²
 Poste Alineam. : Postes de Concreto A. C. 13 m Cl. 300
 Poste Anclaje : Postes de Concreto A. C. 13 m Cl. 400

Resultados evaluados:

CASO ESTRUCT. DE ALINEAM. Y ÁNG. PEQU.

CASO ESTRUCTURA DE ANCLAJE

Var.	Fase	Neutro	Total	Var.	Fase	Neutro	Total
H =	13	No Tiene		H =	13	No Tiene	m.
he =	1,60	No Tiene		he =	1,60	No Tiene	m.
d0 =	180,0	No Tiene		d0 =	180,0	No Tiene	mm.
d1 =	351	No Tiene		d1 =	351	No Tiene	mm.
d2 =	375	No Tiene		d2 =	375	No Tiene	mm.
Z =	5,088	No Tiene		Z =	5,088	No Tiene	m.
Pv =	23,79	No Tiene		Pv =	23,79	No Tiene	Kg/m ²
σ =	8,83	No Tiene		σ =	8,83	No Tiene	Kg/mm ²
A =	50	No Tiene		A =	50	No Tiene	mm ²
Φc =	8,90	No Tiene		Φc =	8,90	No Tiene	mm.
f _{máx} =	1,29	No Tiene		f _{máx} =	1,29	No Tiene	m.
L =	115,00	No Tiene		L =	115,00	No Tiene	m.
h _L =	11,40	No Tiene		h _L =	11,40	No Tiene	m.
h _p =	11,30	No Tiene		h _p =	11,30	No Tiene	m.
h _{pi} =	0,20	No Tiene		h _{pi} =	0,20	No Tiene	m.
F _{vp} =	71,99	No Tiene		F _{vp} =	71,99	No Tiene	Kg.
h _s =	10,65	0,00		h _s =	11,20	0,00	m.
h _m =	10,40	0,00		h _m =	10,20	0,00	m.
h _i =	10,40	0,00		h _i =	9,20	0,00	m.
F _{vc} =	24,34	No Tiene		F _{vc} =	24,34	0,00 x cos α/2	
T =	882,54	No Tiene		T =	882,54	0,00 x sen α/2	
α ₁ =	0,0	0,0		α' ₁ =	0,0	0,0	°
α ₂ =	5,0	0,0		α' ₂ =	5,0	0,0	°
α ₃ =	10,0	0,0		α' ₃ =	10,0	0,0	°
F _{vc1} =	24,3	No Tiene		F _{vc1} =	24,3	No Tiene	Kg.
F _{vc2} =	24,3	No Tiene		F _{vc2} =	24,3	No Tiene	Kg.
F _{vc3} =	24,3	No Tiene		F _{vc3} =	24,3	No Tiene	Kg.
T1 =	0,0	No Tiene		T1 =	0,0	No Tiene	Kg.
T2 =	38,5	No Tiene		T2 =	38,5	No Tiene	Kg.
T3 =	76,9	No Tiene		T3 =	76,9	No Tiene	Kg.
F _{c1} =	24,3	No Tiene		F _{c1} =	24,3	No Tiene	Kg.
F _{c2} =	62,8	No Tiene		F _{c2} =	62,8	No Tiene	Kg.
F _{c3} =	101,2	No Tiene		F _{c3} =	101,2	No Tiene	Kg.
M _{vp} =	366,3	No Tiene		M _{vp} =	366,3	No Tiene	Kg/m.
M _{c1} =	765,6	0,0	765,6	M _{c1} =	744,9	0,0	744,9 Kg-m
M _{c2} =	1975,6	0,0	1975,6	M _{c2} =	1922,2	0,0	1922,2 Kg-m
M _{c3} =	3181,8	0,0	3181,8	M _{c3} =	3095,8	0,0	3095,8 Kg-m
M _{RN1} =	M _c + M _{vp} +M _{cw}		1208,4	M _{RN1} =	M _{vc} + M _{vp} +M _{cw}		1111,2 Kg-m
M _{RN2} =			2418,3	M _{RN2} =			2288,5 Kg-m
M _{RN3} =			3624,5	M _{RN3} =			3462,1 Kg-m
F _{p1} =	M _{RN} / h _p		106,9	F _{p1} =	M _{RN} / h _p		98,3 Kg
F _{p2} =			214,0	F _{p2} =			202,5 Kg
F _{p3} =			320,8	F _{p3} =			306,4 Kg
				Mancl=			13869,22 Kg-m
				Fancl=			1227,36 Kg

Cálculo 4.11**CÁLCULO DE RETENIDAS - LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV**

S.U. ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7

DIAGRAMA DE FUERZAS

Caso más crítico Estruct. de:

13m / 400Kg / 180 / 375

ANCLAJE Fín Línea

1 Tema

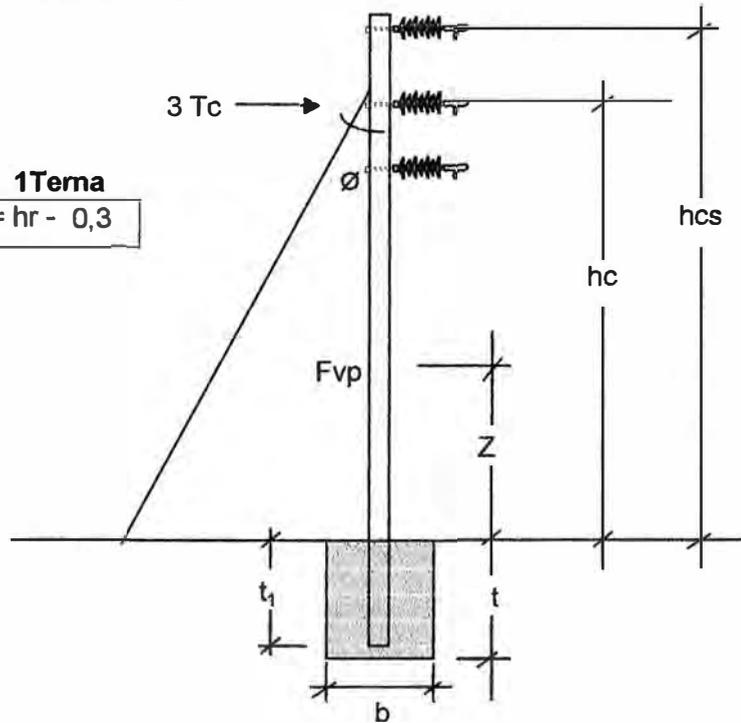
 $\alpha = 180^\circ$ $hc = hr - 0,3$ $V_b = 115 \text{ m.}$ $F_{vp} = 71,99 \text{ Kg.}$ $Z = 5,09 \text{ m.}$ $hc = 10,2 \text{ m.}$ $H_r = 10,5 \text{ m.}$ $T_c = 441,27 \text{ Kg.}$ $F_{vc} = 0,00 \text{ Kg.}$ 

Fig. C11.1

 $\varnothing = 30^\circ$

Se iniciará el Cálculo de Retenidas evaluando la aplicación de retenidas en función a los ángulos topológicos que hacen los conductores.

Para lo cual se consideran las siguientes especificaciones:

- Tipo de Cable de AoGo. para retenida : Acero High Strenght
- Diámetro del cable de AoGo. : 3/8"Ø
- Esfuerzo de rotura cable AoGo. : 4 899,0 Kg
- Factor de seguridad - cable de retenida : 2,00
- Conductores de L.P., AAAC-6201 : 3 x 50 mm²
- Postes de Concreto A. C. -13m, Fp = 400,0 Kg

Considerando una retenida, del diagrama mostrado se obtiene:

$$Tr \times \text{Sen } 30^\circ \times Hr = Fp \times He$$

Si se aplica una (01) retenida se obtiene:

$$Fp = Tr \times \text{Sen } 30^\circ \times Hr / He =$$

$$Fp = 2450 \times 0,5 \times 10,5 / 11,3 = 1\ 138,0 \text{ Kg}$$

Entonces:

- a.- No requiere retenida si: $Fp < 400,0 \text{ Kg}$
- b.- Requiere 01 retenida si: $400 \text{ Kg} < Fp < 1\ 138 \text{ Kg}$
- c.- Requiere 02 retenidas si: $Fp > 1\ 138,0 \text{ Kg}$

Cálculo 4.11 (Cont.)

Considerando los ángulos topológicos correspondientes se tiene:

	Fposte Máx.				
a.- Sin retenida	98 Kg.		$\alpha =$	0,0°	- Postes 13/400
b.- Sin retenida	203 Kg.	0,0°	$< \alpha <$	5,0°	- Postes 13/400
c.- Sin retenida	306 Kg.	5,0°	$< \alpha <$	10,0°	- Postes 13/400
d.- 01 retenida	451 Kg.	10,0°	$< \alpha <$	17,0°	- Postes 13/400
e.- 01 retenida	1130 Kg.	17,0°	$< \alpha <$	51,5°	- Postes 13/400
f.- 02 retenidas	1769 Kg.	51,5°	$< \alpha <$	90,0°	- Postes 13/400
g.- 01 retenida	614 Kg.		$\alpha =$	25,0°	- Postes 13/400
h.- 02 retenidas	1227 Kg.		$\alpha =$	180,0°	- Postes 13/400
i.- 02 retenidas	1227 Kg.	90,0°	$< \alpha <$	180,0°	- Postes 13/400

en dirección a los tiros.

Entonces de acuerdo al Proyecto, considerando el caso más crítico; se tiene:

- Tipo de estructura : ANCLAJE Fin Línea : $\alpha =$ 180°
- Conductores de L.P., AAAC-6201 : 3 x 50 mm² 1Ternas

Cálculo de Esfuerzo de Trabajo del Cable de Retenida (Tr) - Retenida Simple

$$Tr_{RP} = \frac{F_{vp} \times Z + \sum(Tc_i + Fvc_i) \times h_i + (Tc_n + Fvc_n) \times h_n}{(Sen\theta \times Hr)}$$

Entonces:

$$Tr = 2642 \text{ Kg.} \quad \Rightarrow \quad Tr = 2641,7561 \text{ Kg.}$$

Y seleccionamos, conforme al tipo de Estructuras:

- § De Ángulo con : 17,0° < α < 51,5° ; 2 retenidas simple
- § De Anclaje con: $\alpha =$ 29,0° ; 2 retenidas simples
- § De Ángulo con : 51,5° < α < 90,0° ; 2 retenidas simples
- § De Ángulo con : 90,0° < α < 180,0° ; 4 retenidas simples, 2 en cada dirección (se descompone como Estructura de Anclaje).

Conforme al diseño adjunto; las características del cable de retenida serán:

Tipo de Cable de AoGo. = Acero High Strenght
 Diámetro del cable de AoGo. = 3/8"Ø
 Esfuerzo de rotura cable AoGo.= 4 899 Kg

El cable de AoGo. con carga de rotura 4899,0 Kg., tiene las características siguientes: Cable de Ao.Go. de 7 hilos, con 3/8" Ø; fabricado al Carbono, con 0.6% (acero laminado y galvanizado en caliente); con esfuerzo de rotura cuyo valor llega a: 6 875 Kg/cm²; que tiene factor (mínimo) de seguridad = 1,49

Conforme al CNE-S (Tablas 53-1 y 261-1A), se tiene que cumplir CS > 1,49

Entonces: CS = 1,85
 CS > 1,49 ¡Cumple!

Nota: CNE-S Tabla 253-1 Tabla 261-1A
 CS = 1,65 0,9 1,49

Cálculo 4.12

CÁLCULO Y SELECCIONAMIENTO DE ANCLAJES DE RETENIDAS

Seguidamente se calculará las características técnicas del anclaje de las retenidas:

1.- DEFINICIÓN DE PARÁMETROS Y VARIABLES

Estos parámetros respectivos, se tiene:

- Tiro de rotura de la varilla de retenida, en Kg.
- T_m : Tiro máximo aplicado al anclaje de retenida, en Kg.
- λ : Coef. definido por el peso específico del terreno, en Kg/m².
- θ_i : Angulo de inclinación de la varilla, en grados sexagecimales
- β_t : Angulo de talud del terreno, en grados sexagecimales
- δ : Peso específico del terreno en T/m³
- h : Profundidad de enterramiento, en m.
- L : Longitud de la varilla, en m.
- FS_1 : Factor de seguridad que se aplica al tiro de rotura de la varilla de anclaje; para el presente caso se considera = 1,25
- h_s : Saliente de la varilla del nivel del suelo, en m.
- h_s : Altura efectiva del bloque de concreto + tuercas.
- A : Lado superior del tronco de pirámide, en m.
- B : Lado inferior del tronco de pirámide, en m.
- C : Proyección transversal del lado superior (tronco de pirámide), en m.

2.- PREMISAS IMPORTANTES

- a.- Se analizará para el caso más crítico, es decir para una retenida tipo simple, (con 01 cable de retenida sujeto a la varilla de anclaje).
- b.- Bloque concreto armado de: 0,50 x 0,50 x 0,20 m.
- c.- Tipo de varilla de anclaje: Acero SAE 1020 galvanizado en caliente.
- d.- Diámetro varilla anclaje: 5/8"Ø (Comercial)
- e.- Tiro de rotura de la varilla: 7530 Kg
- f.- Tipo de cable de retenida: Acero grado High Strenght
- g.- Diámetro cable retenida: 3/8"Ø
- h.- Tiro rotura cable retenida: 4899 Kg

3.- EVALUACIÓN Y DESARROLLO DE CÁLCULOS

Discusión:

El volumen de material que está encima del bloque de concreto de la retenida debe tener una fuerza equivalente vertical (peso) superior al tiro de rotura del cable de retenida e inferior al tiro de rotura de la varilla de anclaje; luego:

$$\begin{aligned} T_{\text{varilla}} &> T_m > T_{\text{cable}} \\ 7530 &> T_m > 4899 \end{aligned}$$

Entonces, para cumplir estos condicionantes se aplicará el factor de seguridad FS_1 y conforme al diagrama de Fuerzas que se muestra en la 0, se tiene:

Cálculo 4.12 (Cont.)

⇒ $T_m = T_{\text{varilla}} / FS1 = 6024 \text{ Kg.}$ (caso más crítico)
 Donde T_m se constituye como la fuerza efectiva que se requiera para extraer el bloque de concreto, que cumple con las premisas condicionantes; lo que implica la adecuada operatividad de la varilla de anclaje y que cumple con su objetivo.

⇒ $\theta_i = 30^\circ$
 ⇒ $\beta_t = 54^\circ$
 ⇒ $\lambda = 1\,717,2 \text{ Kg/m}^3$ (de cálculo cimentación).
 ⇒ $h_s = 0,25 \text{ m.}$
 ⇒ $h_b = 0,23 \text{ m.}$
 ⇒ $V = (1/3) \cdot h \cdot [(B+2C)^2 + B^2 + ((B+2C)^2 \cdot B^2)^{1/2}]$

Donde:

⇒ $B = 0,6 \times \text{Cos } \theta_i = 0,433 \text{ m}$
 ⇒ $C = h \times (\text{Ctg } \beta_t) = 0,727 \times h \text{ m}$
 ⇒ $V = T_m / \lambda = 3,508 \text{ m}^3$
 ⇒ $L = h / \text{Cos } \theta_i + h_s + h_b = 1,155 \times h + h_s + h_b$

Reemplazando datos, se tiene:

⇒ $V = B^2 \cdot h + 2 \cdot B \cdot C \cdot h + 1,33 \cdot C^2 \cdot h \text{ m}^3$
 ⇒ Como B es conocido: $V = 0,188 h + 0,6292 h^2 + 0,7038 h^3 = 3,508$

De donde se obtiene:

⇒ Para un valor de $h = 1,413 \text{ m} < > V = 3,508 = 3,508$

Entonces:

⇒ $L = h / \text{cos}30^\circ + 0,25 + 0,23 = 2,112 \text{ Comercial : } 2,40 \text{ m}$

4.- ABSORSIÓN DE CARGAS MECÁNICAS DE CONDUCTORES EN ESTRUCTURAS DE ÁNGULO O TERMINAL

De acuerdo a los Cálculos de Retenidas, el caso más crítico trata de estructura de anclaje; y absorbe una carga de conductores equivalente a $T_r = 2\,641,76 \text{ Kg.}$; luego el cable de retenida trabaja a $T_r / T_{\text{rox}100} = 53,9\%$ de su carga de rotura; err!

5.- CONCLUSIÓN

La varilla de anclaje será de : $16 \text{ mm } \varnothing \times 2,4 \text{ m}$ de Longitud (Comercial).
 Cable de retenida tipo : Acero grado High Strenght

Cálculo 4.13**CÁLCULO DE CIMENTACIÓN DE POSTES**

El presente cálculo tiene por objeto comprobar la estabilidad de los postes mediante sus bloques de cimentación:

Conforme a los parámetros definidos y aplicando la Fórmula de VALENSI.

a.- CÁLCULO CIMENTACIÓN ESTRUCTURAS DE ALINEAMIENTO (RP)**DEFINICIÓN DE PARÁMETROS Y DIMENSIONES:**

H =	13 m	$\delta c =$	2,2E+3 Kg/m ³
Fp =	300 Kg	Pp =	1300 Kg
P =	¿ ?	Pe =	210 Kg
$\lambda =$	1717,2 Kg/m ³	Po =	80 Kg
$\sigma =$	15000 Kg/m ²		
Como:	$t_1 \approx H/8 \approx$	1,6 m. (estructuras varias de RP); y con:	
He =	11,40 m	a =	0,90 m
Hp =	11,30 m	b =	0,90 m
$t_1 =$	1,60 m	db =	0,375 m
t =	1,70 m	de =	0,351 m

DESARROLLO DE CÁLCULOS:

$$Vm = a * b * t$$

$$Vt = (t_1 / 3) * (A_1 + A_2 + \sqrt{(A_1 * A_2)})$$

$$A_1 = \pi * de^2 / 4 = \pi * 0,351^2 / 4 = 0,09676 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi * db^2 / 4 = \pi * 0,375^2 / 4 = 0,11045 \text{ m}^2$$

$$Vm = 1,377 \text{ m}^3$$

$$Vt = 0,166 \text{ m}^3$$

$$Pm = (Vm - Vt) * \delta c \quad \Rightarrow \quad Pm = 2664,979 \text{ Kg.}$$

$$P = Pp + Pe + Pm + Po \quad \Rightarrow \quad P = 4254,979 \text{ Kg.}$$

CÁLCULO DE MOMENTOS:

$$\text{Momento actuante: } Ma = Fp * (Hp + t) = 3900 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Momento resistente: } Mr = (P*a/2) - [(2*P^2)/(3*b*\sigma)] + (\lambda*b*t^3) = 8613,6316 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Luego : } Mr > Ma \quad \text{OK!}$$

$$\text{Coeficiente de Seguridad: CS} = 2,21$$

Cálculo 4.13 (Cont.)**b.- CÁLCULO CIMENTACIÓN ESTRUCTURAS DE ÁNGULO Y DE ANCLAJE (RP - LP)****DEFINICIÓN DE PARÁMETROS Y DIMENSIONES:**

H =	13 m	$\delta_c =$	2,2E+3 Kg/m ³
Fp =	400 Kg	Pp =	1340 Kg
P =	¿ ?	Pe =	210 Kg
$\lambda =$	1717,2 Kg/m ³	Po =	80 Kg
$\sigma =$	15000 Kg/m ²	$\Psi_r =$	1

Donde Ψ_r : Factor de atenuación de esfuerzos por aplicación de la retenida dado que en caso crítico debe soportar su esfuerzo nominal.

Como: $t_1 \approx H/8 \approx 1,6$ m; y se preselecciona:

He =	11,40 m	a =	0,90 m
Hp =	11,30 m	b =	0,90 m
$t_1 =$	1,60 m	db =	0,375 m
t =	1,70 m	de =	0,351 m

DESARROLLO DE CÁLCULOS:

$$V_m = a * b * t$$

$$V_t = (t_1 / 3) * (A_1 + A_2 + \sqrt{(A_1 * A_2)}) = 0,09676 \text{ m}^2$$

$$A_1 = \pi * d_e^2 / 4 = \pi * 0,351^2 / 4 = 0,11045 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi * d_b^2 / 4 = \pi * 0,375^2 / 4$$

$$V_m = 1,377 \text{ m}^3$$

$$V_t = 0,16565 \text{ m}^3$$

$$P_m = (V_m - V_t) * \delta_c \Rightarrow P_m = 2664,979 \text{ Kg.}$$

$$P = P_p + P_e + P_m + P_o \Rightarrow P = 4294,979 \text{ Kg.}$$

CÁLCULO DE MOMENTOS:

$$\text{Momento actuante: } M_a = F_p * (H_p + t) * \Psi_r = 5200 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Momento resistente: } M_r = [(P * a / 2) - (2 * P^2) / (3 * b * \sigma)] + (\lambda * b * t^3) = 8614,7428 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Luego: } M_r > M_a \quad \text{OK!}$$

$$\text{Coeficiente de Seguridad: CS} = 1,66$$

Cálculo 4.13 (Cont.)**c.- CÁLCULO DE CIMENTACIÓN EN SUB ESTACION AÉREA BIPOSTE (SOPORTE DE TRTAFOMIX Y SISTEMA DE PROTECCIÓN)****DEFINICIÓN DE PARÁMETROS Y DIMENSIONES:**

Se inician los cálculos pertinentes, definiendo las dimensiones - dato y se asumen otras; de modo que se demuestre la ecuación en forma indirecta:

H =	13 m	$\delta c =$	2,2E+3 Kg/m ³
Fp =	400 Kg	Pp =	1340 Kg
P =	¿ ?	Pe =	210 Kg
$\lambda =$	1717 Kg/m ³	Po =	600 Kg
$\sigma =$	15000 Kg/m ² (Terrenos húmedos)		

Como: $t_1 \approx H/8 \approx 1,7$ m; se preselecciona:

He =	11,30 m	a =	0,90 m
Hp =	11,20 m	b =	0,90 m
$t_1 =$	1,70 m	db =	0,375 m
t =	1,80 m	de =	0,3495 m

DESARROLLANDO LOS CÁLCULOS SE OBTIENE:

$$V_m = a * b * t$$

$$V_t = (t_1 / 3) * (A_1 + A_2 + \sqrt{(A_1 * A_2)})$$

$$A_1 = \pi * d_e^2 / 4 = \pi * 0,350^2 / 4$$

$$A_2 = \pi * d_b^2 / 4 = \pi * 0,375^2 / 4$$

$$A_1 = 0,09594 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,11045 \text{ m}^2$$

$$V_m = 1,458 \text{ m}^3$$

$$V_t = 0,17528 \text{ m}^3$$

$$P_m = (V_m - V_t) * \delta c \quad \Rightarrow \quad P_m = 2821,982 \text{ Kg.}$$

$$P = P_p + P_e + P_m + P_o \quad \Rightarrow \quad P = 4971,982 \text{ Kg.}$$

CÁLCULO DE MOMENTOS:

$$\text{Momento actuante: } M_a = F_p * (H_p + t) = 5200 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Momento resistente: } M_r = [(P * a / 2) - (2 * P^2) / (3 * b * \sigma)] + (\lambda * b * t^3) = 10029,878 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Luego: } M_r > M_a \quad \text{OK!}$$

$$\text{Coeficiente de Seguridad: CS} = 1,93$$

Cálculo 4.14

CÁLCULO DE ESPIGAS RECTAS PARA AISLADOR ANSI 56-3

Se considera espigas rectas de acero tipo A-36; de dimensiones $1\ 1/8'' \varnothing \times 16''$ de long. que se aplica asociado al aislador tipo pín Clase ANSI 56.3 EEI-NEMA, donde:

- El esfuerzo de fluencia de acero A36 $E_f = 25,0\text{ Kg/mm}^2$
- El esfuerzo máximo de trabajo es $E_t = 0,6 \times E_f = 15,0\text{ Kg/mm}^2$

Conforme al diseño y tipo de aislador, la espiga en su punto de empotramiento tendrá:

- Diámetro en punto de empotramiento $\varnothing = 2'' = 5,08\text{ cm}$
- Longitud libre por encima de la cruceta $h = 9'' = 22,86\text{ cm}$

Además:

$$E_t = M \times C / I_x$$

Donde:

$$M = P \times h ; C = \varnothing / 2 ; I_x = \pi \times \varnothing^4 / 64$$

Entonces:

$$E_t = 32 \times P \times h / (\pi \times \varnothing^3)$$

También:

$$E_t = 15\text{ Kg/mm}^2 = 1500,0\text{ Kg/cm}^2$$

Resolviendo, se tiene:

$$P = E_t \times \varnothing^3 \times \pi / (32 \times h)$$

$$P = 1500 \times 5,08^3 \times \pi / [32 \times 22,86]$$

$$P = 844,512\text{ Kg. (máximo tiro de la espiga - aislador pín Clase ANSI 56.3).}$$

Conclusión:

La espiga para aislador tipo pín Clase ANSI 56.3, deberá soportar un tiro transversal de corte máximo de $840,0\text{ Kg}$; que es conforme a las Especificaciones Técnicas respectivas.

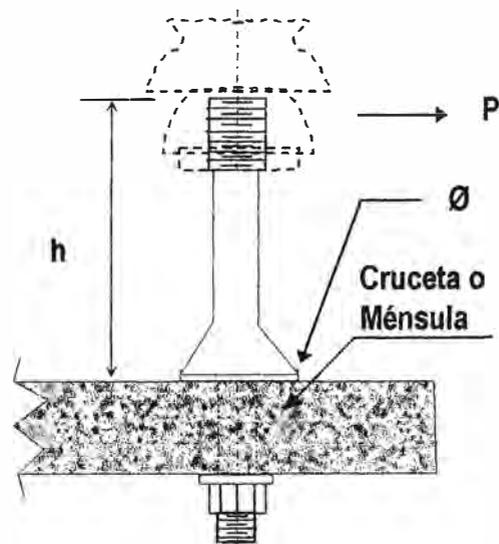


Fig. C14.1

Cálculo 4.15**CÁLCULO MECÁNICO DE AISLADORES PIN****§ CÁLCULO MECÁNICO - AISLADOR PIN 56-3**

Los aisladores de porcelana tipo pín Clase 56-3 se utilizarán en los armados conforme a las estructuras de alineamiento y ángulos pequeños, siempre que solo estén sometidos a esfuerzos de corte producidos por el peso de los conductores y por la fuerza del viento sobre los mismos.

Conforme al diseño del Proyecto y con estas consideraciones evaluaremos el caso más crítico, cuando se tiene:

$$\text{Angulo de deflexión } \alpha = 10,0^\circ$$

Con lo que se obtiene:

$$F_{vc} = P_v \times L \times F_c / 1000 \times \cos \alpha / 2 = 24,25 \text{ Kg}$$

$$T = 2 \times \sigma \times A \times \sin \alpha / 2 = 76,92 \text{ Kg}$$

$$F_c = F_{vc} + T = 101,17 \text{ Kg}$$

Verificación de la resistencia mecánica del aislador pin:

Aislador seleccionado	=	Pin Clase ANSI 56-3
Carga de rotura	=	1359,00 Kg (13,33 kN)
Carga según cálculos	=	101,17 Kg
Coefficiente de seguridad	=	13,43 OK!

§ CÁLCULO MECÁNICO - AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENSIÓN EPCI-25kV

Los aisladores de suspensión tipo poliméricos, Clase EPCI - 25 kV se utilizarán en los armados conforme a las estructuras de ángulo, retención y anclaje; donde los conductores están sometidos a esfuerzos de corte pleno producidos por la tracción que se ejerce sobre los conductores y por la fuerza del viento sobre los mismos.

Conforme a los ángulos topológicos que configuran los conductores a lo largo del recorrido de las redes aéreas en Media Tensión y con estas consideraciones se procede a la evaluación del caso más crítico:

Tipo	∠ Deflexión	F _c = F _{vc} + T
Estructura de ángulo más crítico	25,0°	214,8 Kg
Estructura de anclaje más crítico	180,0°	441,3 Kg

Entonces se considera:

$$\text{Angulo de deflexión } \alpha = 180,0^\circ \text{ Estr. Anclaje}$$

Verificación de la resistencia mecánica del aislador tipo Suspensión:

Aislador seleccionado	=	Polimérico Clase EPCI - 25 kV
Carga de rotura	=	7135,58 Kg (70,00 kN)
Carga según cálculos	=	441,27 Kg
Coefficiente de seguridad	=	16,17 OK!

Por tanto, los aisladores cubren con holgura la máxima solicitud mecánica presentada.

Cálculo 4.16

CÁLCULO DE CRUCETAS DE CONCRETO

Conforme al diseño del Proyecto, se utilizarán crucetas simétricas de c.a.v.; y se procederá su seleccionamiento, considerando los casos más críticos (01 Terna de 50 mm²):

- a. Cargas verticales: cargas permanentes y del montante (peso de conductor, peso del aislador, accesorios, peso del operario y peso de la cruceta):

$$C_v = W \times L + P_a + P$$

Donde:	C_v :	Cargas verticales (Kg).	
	W_c :	Peso propio del conductor (Kg/m.).	(0,138)
	L :	Vano básico	(115,0 m.)
	P_a :	Peso de aislador + accesorios + operarios	(120,0 Kg.)
	P :	Peso de la media cruceta	(38,5 Kg.)
	$C_v =$	174,324 Kg.	

En consideración al CNE-S, se determina que $C_v \leq 0.5 \times \text{Crupt-v}$; es decir:

$$C_v = 174,324 \leq 0.5 \times \text{Crupt} \longrightarrow \text{Crupt-v} \geq 348,648 \text{ Kg.}$$

- b. Cargas longitudinales: deberá de resistir cargas longitudinales desequilibradas a la cual queden expuestas (con tiro de conductor no menor a 320 Kg.).

Se analizará para los casos más críticos, es decir en estado de desequilibrio, que según al CNE -S deberá soportar el 100% del esfuerzo máximo del conductor en las condiciones de "máximo esfuerzo", debido al tiro desequilibrado producido por la rotura de 1 conductor, debiendo soportar los vanos subsiguientes el esfuerzo máximo del conductor:

Del Cálculo de la Ecuación de Cambio de Estado (Hipótesis I) tenemos:

Donde:

$\sigma_c =$	8,83 Kg/mm ²	C_c :	Coef. de corrección - crucetas	(0,800)
$T_c = \sigma_c \times A \times C_c =$	353,1 Kg.	C_l :	Cargas longitudinales en Kg.	
$C_l = T_c \geq$	320,0 Kg.	T_c :	Tiro del conductor, en Kg	$\geq 320,0 \text{ Kg.}$
		σ_c :	Esfuerzo máx. conductor - Hip. I	(8,827)
		A :	Sección del conductor en mm ²	(50 mm ²)

Resolviendo tenemos:

$$C_l = 353,07 \leq \text{Crupt-h}$$

Luego, se deberá seleccionar la cruceta con Crupt-v \geq 348,65 Kg.
y con Crupt-h \geq 353,07 Kg.

- c. Para seleccionar la longitud de la cruceta, se procederá definiendo la Envolvente de la Distancia de Seguridad (CNE-S Reglas 233.A.2 y 235.D); donde se tiene:

Posición permisible más cercana del Conductor 2

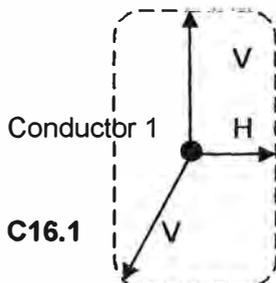


Fig. C16.1

Del numeral 4.1.4 (Distancias Eléctricas), se tiene:

$$H \geq 0,52 \text{ m.}$$

$$V = 1,00 \text{ m.} = Y$$

Evaluación de la distancia de los conductores entre sí:

Según el esquema de la Fig. C16.1, se procederá a evaluar esta distancia, aplicando:

$$D = K \times \sqrt{F_{\text{máx}} + \lambda} + U/150$$

Cálculo 4.16 (Cont.)

Donde:

D	: Separación entre conductores (m.)			
K	: Coeficiente de oscilación por acción del viento.	Reemplazando datos:		
F _{máx}	: Flecha máxima (m.)	V _v =	19,500 m/s	
λ	: Longitud del aislador (para pín = 0)	K _v =	0,0624873	
U	: Tensión nominal del sistema (kV)	P _v =	23,761 Kg/m ²	
tg α	: W _v / W _c	Ø _c =	0,00906 m	
α	: Ángulo de oscilación (°)	W _v =	0,2153 Kg/m	
Ø _c	: Diámetro del conductor (m)	W _c =	0,1376 Kg/m	
G	: Coef.; depende de fijación de extremos	F _{máx} =	1,29 m	
	P _v ' = P _v /G; en el aislador	λ =	0,00 m	
Desarrollando:	tg α =	1,56448	U =	22,9 kV
	α =	57,414 °	Luego: D =	0,83 m
	K =	0,600	D _f >	1,20 m
			L _h =	0,73 m

Evaluación de la distancia de los conductores a sus soportes:

De los Cálculos de Distancias de Seguridad; se tiene la fórmula: $L_m = 0,10 + U/150$ (Tabla 235-6 CNE-S); cuyo resultado da: $L_m = 0,267$ m.

Al utilizar aisladores tipo pín ($\lambda = 0,0$ m.) estos no se desvían por la acción de la presión de viento equivalente a $W_v / G = W'_v = 0,05382$ Kg/m. A partir de $tg \alpha' = W'_v / W_c = 0,39$ se calcula el ángulo de desviación $\alpha' = 21,361^\circ$. Conforme a fijación de extremos, se tiene $G = 4,0$. Así mismo, se considera el radio que tiene el poste en el punto involucrado $r_o = 0,100$ m. Entonces, $L_{mf} = 0,366667$; luego $2 \times L_{mf} = L_h = 0,7333$ m.

§ No contempla la presencia de las ráfagas de vientos (no hay ráfagas de viento en la zona) Luego, se consideran la Hipótesis de Cálculos más crítico con viento (Hip. I):

Conforme al CNE-S Regla 233.A.1.a(2):

Hip. III': t = 25 °C

P_v = 78,302 Km/h

Flecha Final: = 1,3761 m

Esfuerzo $\sigma = 7,2452$ Kg/mm²

290 = 290 N/m²

P_v / G = 7,3904 Kg/m²

W''_v = 0,067 Kg/m²

tg'' α = 0,4866

α'' = 25,948 = 0,453 rad.

G1 = 4

G : Coef.; (fijación de los extremos del conductor)

d = F x sen'' α = 0,6021

D_f > 2 x d = 1,2042

D_f = L_{ef} = 1,50 m.

Por tanto: L_{ef} / 2 = 0,750 m.

Se selecciona : L_{ef} / 2 = 0,750 m.

Entonces : L_{ef} = 1,500 m. 1,2042301

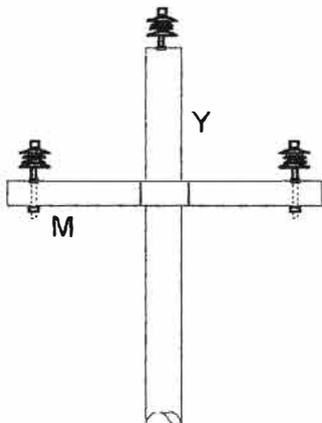


Fig. C16.2

CONCLUSIÓN:

Las crucetas simétricas de c. a. v. tendrán las siguientes características:

Z / 1,5 m / 400 kg ; con L_e = 1,5 m.

Cálculo 4.17**CÁLCULO DE CIMENTACIÓN - PROPORCIÓN DE MATERIAL AGREGADO**

El presente cálculo tiene por objeto evaluar las cantidades requeridas de material agregado que serán utilizados en la cimentación de los postes.

a.- CONSIDERACIONES GENERALES**CIMENTACIÓN POSTES DE C.A.C. DE 13 m. - CONCRETO CICLÓPEO****PARA RED PRIMARIA:**

Para la cimentación de los postes de c.a.c. de 13m/400Kg y 13m/300Kg, se utilizará el concreto tipo CICLÓPEO; que define una relación entre el cemento : hormigón + 30 % de piedra de río , de las siguientes características:

Relación: 1 : 10 + 30% Piedras de río

Incluye: 1,0% desperdici + 3,0% factor compresión - agregado compacto

De tablas, se tiene de acuerdo a la dosificación planteada, para 1 m³ las siguientes proporciones volumétricas de los materiales:

b.- CÁLCULOS VOLUMÉTRICOS

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL		EVALUACIÓN REAL (DEL PROYECTO)	
Volumen	= 1,0 m ³	1,21 m ³	Se concluye:
Cemento	= 2,404 Bl.	2,913 Bl.	2,91 Bl ≈ 3,0 Bl
Hormigón	= 0,812 m ³	0,984 m ³	0,98 m³
Piedra 5" 30%	= 0,348 m ³	0,422 m ³	0,42 m³
Cemento (m ³)	= 0,125 m ³	0,151 m ³	

Condiciones del Proyecto:

Tipo de cemento	:	Pórtland tipo I mejorado.	
Agujero de	:	1,70	× 0,9 × 0,9
Volúmen total agujero	:	1,377	m ³
Volumen de poste	:	0,165	m ³ de poste de 13/400 (caso más crítico)
Volúmen efectivo concreto	:	1,21	m³

REQUERIMIENTOS VOLUMÉTRICOS DEL PROYECTO

c.- Volumen materiales = **1,557 m³** Incluye por desperdicios y otros 4%

Como la bolsa de cemento tiene un peso de : **42,5 Kg**

Cantidad de cemento para el agujero efectivo : **123,8 Kg**

Contenido de Cemento y Concreto terminado : **102,1 Kg/m³**

Concreto **CICLÓPEO** de relación: **1 : 10 + 30% de piedras de río 5"Ø**

Con esta concentración de concreto se logra el adecuado procedimiento para la cimentación de los postes; que en las maniobras de montaje requiere de un fraguado rápido; de acuerdo a las maniobras por realizar. Y con el secado habitual de este concreto (a los 28 días, de concreto fraguado con contenido de cemento > 100,00 Kg/m³), se cumple con los objetivos esperados: no se vuelca el poste ante los requerimientos de fuerzas que se aplican a ésta; es decir se justifica la aplicación de la Fórmula de Valensi.

CAPÍTULO V ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 Generalidades

La Evaluación Económica del Sistema de Utilización en 22,9 kV se desarrolla considerando los costos que realmente se involucran; y se utilizan precios actualizados (2007).

Los datos consignados están correlacionados con la Evaluación del Mercado Eléctrico desarrollado.

5.2 Análisis Económico Empresarial

Se analiza la factibilidad económica del Sistema de Utilización de la Estación de Bombeo N° 7, desde el punto de vista de la Empresa propietaria Petroperú S.A., considerando los beneficios dados por los recursos desplazados y costos directos correspondientes, cuando se compara con costos regulados del Sistema Aislado Bagua – Jaen – Tarifa MT2; de modo que nos permita estimar la viabilidad del Informe de Suficiencia.

La metodología para cuantificar los efectos directos e indirectos del Proyecto se procedió de la siguiente forma:

5.2.1 Costos

Están determinados básicamente por los costos de operación y mantenimiento + costos de insumos que se utilizan en producir la energía eléctrica propia; que serán desplazados por el Proyecto. Estos últimos son valorados a precios de mercado (Sistema Aislado regulado por CTE).

5.2.2 Premisas consideradas

Para efectos de atender con los requerimientos necesarios y de acuerdo a la información recopilada, se consideran las siguientes premisas:

El horizonte del planeamiento es de 21 años, correspondiendo al primer año el período de construcción y equipamiento.

- Los flujos anuales de beneficios y costos están expresados en miles de nuevos soles.

La Tarifa empleada corresponde a MT2; para el año 2007.

- El análisis se realiza a la tasa de descuento del 12 %.

5.2.3 Cálculo de los beneficios del Proyecto

Los beneficios del Proyecto están conformados por la disminución de gastos por compra de insumos (combustible), el excedente del consumidor y los beneficios de los recursos desplazados.

5.2.4 Cálculo de los costos del Proyecto

Los costos del Proyecto están formados por los costos de los recursos asignados a la construcción y a la operación y mantenimiento del Proyecto.

Constituyen los Costos de Inversión y ha sido elaborado en concordancia con los Metrados del Proyecto (ver Metrado y Presupuesto Base).

Los costos de Operación y Mantenimiento se han determinado considerando los montos mensuales de S/. 6000,00 (sin Proyecto) y S/. 150,00 /Km. (con Proyecto).

La estructura de costos del Pliego Tarifario MT2 se ha elaborado considerando las potencias y energías (en HP y HFP) para la última etapa del Proyecto (20 Años).

Los costos de Recursos Desplazados vienen a ser los conceptuados por disminución de gastos por compra de combustibles y por disminución de gastos de operación y mantenimiento.

5.3 Índices de Rentabilidad

El análisis económico nacional (social) se realiza a las tasas de descuentos del 12,0%.

Se analizan los indicadores económicos; con lo que se obtuvieron los resultados que se detallan en la Tabla 5.1 y Tabla 5.2.

Conforme a las premisas indicadas, se obtuvieron los siguientes resultados

□ Valor Actual Neto (VAN) – Miles de Nuevos Soles	161,13
□ Relación Beneficio / Costo (B/C)	1,23
□ Tasa Interna de Retorno (TIP)	15,94 %

5.4 Conclusiones

Los indicadores de Rentabilidad Económica muestran que el Proyecto resulta factible desde este punto de vista.

TABLA 6.1 EVALUACION ECONOMICA													
miles de Soles													
PROYECTO :		SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV - ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7 - PETROPERÚ S.A.											
UBICACION :		Departamentos: Amazonas y Cajamarca											
INGRESOS		A) DISMINUCION DE GASTOS POR COMPRA DE COMBUSTIBLE B) DISMINUCION DE LOS GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO C) D) VALOR RESIDUAL E)											
COSTOS		1) INVERSION					4) OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
2)													
3)													
AÑO	COSTOS				Costo Total	INGRESOS					Benef. Total	FLUJO ECONOMICO	
	1	2	3	4		A	B	C	D	E			
0	620,31				620,31						0,00	-620,31	
1				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
2				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
3				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
4				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
5				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
6				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
7				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
8				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
9				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
10				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
11				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
12				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
13				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
14				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
15				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
16				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
17				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
18				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
19				12,41	12,41	53,86	62,30				116,16	103,76	
20				12,41	12,41	53,86	62,30		62,03		178,19	165,79	
RESULTADOS FINALES													
INVERSION	620,31	miles NUEVOS SOLES					VAN	161,13	miles NUEVOS SOLES				
TASA DE DESCUENTO	12%	%					TIR	15,94%	%				
VAN COSTOS	713,0	miles NUEVOS SOLES					PAY BA	11,16	Años				
VAN BENEFICIOS	874,1	miles NUEVOS SOLES					B/C	1,23					

TABLA 6.2 ESTRUCTURA DE COSTOS

COSTOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

SE CONSIDERA PARA LA EVALUACIÓN ECON.:

Tarifa MT2				
Magnitudes	Demanda	Dem. Facturada	Precios Unitarios	Importe
Cargo fijo			3,7100	3,71
Cargo por Mtto y Reposición de la conexión			11,0700	11,07
Energía Activa	216810,00	0,00	0,0000	0,00
Energía Activa en Horas Punta	37706,00	37706,00	0,1320	4977,95
Energía Activa en Horas Fuera de Punta	179104,00	179104,00	0,1090	19525,92
Energía Reactiva	134366,70	69323,70	0,0385	2668,96
Pot. uso redes distrib. HP	50,00	50,00	7,6200	381,00
Pot. uso redes distrib. FP	792,00	742,00	8,3000	6158,60
Pot. Activa Generación HP	0,00	50,00	25,3100	1265,50
Pot. Activa Generación FP				
Alumbrado Público				780,00
Sub Total				35.772,71
I.G.V				6.796,81
Aporte Ley N°28796			0,0069	1.495,99

Total General				79.838,22
				MENSUAL

Total de Pagos por Consumo de Energía Eléctrica Anual (S/.) = **958.058,60**
ANUAL

Nota: Precios unitarios corresponde al pliego tarifario (con Fose) utilizado en el periodo comercial de Nov-07.

GASTOS PARA OPERAR EL SISTEMA TERMICO ACTUAL POR AÑO ESTIMADO SEGÚN EL REDIMIENTO DEL TURBOGENERADOR EN LA GENERACION DE ENERGIA

DATA PROPORCIONADO POR PETRO PERU S.A.

Descripción	año	consumo de combustible (GLS)
Combustible Diesel	2003	96.779,00
Combustible Diesel	2004	90.968,00
Combustible Diesel	2005	89.281,00
Combustible Diesel	2006	136.002,00
	promedio	103.257,50

GASTOS PARA OPERAR EL SISTEMA TERMICO ACTUAL POR AÑO CONSIDERANDO EL GASTO DE COMBUSTIBLE REPORTADO POR PETRO PERU S.A.

GASTO OPERANDO EL SISTEMA ACTUAL	UNID	CANT	PU	PARCIAL
SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DIESEL	gl	103.257,50	9,5	980.946,25
SUMINISTRO DE ACEITES Y LUBRICANTES	gl	2065,15	15	30.977,25
				1.011.923,50
				ANUAL

COSTOS DE MANTENIMIENTO EN UN AÑO

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	UND	CANT	PU (Mes)	PARCIAL
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA LINEA DE TRANSMISION	KM	5,39	S/. 150,00	S/. 9.702,00
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL GRUPO ELECTROGENO	UND	1	S/. 6.000,00	S/. 72.000,00

A).-DISMINUCION DE GASTOS POR COMPRA DE COMBUSTIBLE	S/. 53.864,90
B).-DISMINUCION DE LOS GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	S/. 62.298,00

CAPÍTULO VI METRADO Y PRESUPUESTO BASE

6.1 Generalidades

En concordancia con los Planos del Proyecto, se ha elaborado el Metrado de Suministros; y así mismo, considerando cotizaciones del mercado local se ha estructurado los costos del mismo, diferenciado en rubros que se indican a continuación:

- a) SUMINISTRO DE MATERIALES
- b) MANO DE OBRA (INCL. EQUIPOS Y AGREGADOS)
- c) TRANSPORTE DE SUMINISTROS
- d) SUB TOTAL
- e) GASTOS POR CONEXIÓN A RED EXISTENTE
- f) GASTOS POR CIRA E IMPOSICIÓN DE SERVIDUMBRE
- g) GASTOS GENERALES Y UTILIDAD
- h) SUB TOTAL DE LA OBRA
- i) IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS
- j) COSTO TOTAL DE LA OBRA

6.2 Estructura de costos

Los costos de Suministros son de acuerdo a cotizaciones del mercado local (de la zona del Proyecto). Para estructurar los costos de Mano de Obra, se ha considerado el 24 % de a); sin embargo, es posible correlacionar con precios basados en costos unitarios, debiendo suscitarse una mínima distorsión.

Para el Transporte de Materiales se considera el 4 % de a).

Los Costos por Conexión a la Red Existente, es propio del Proyecto; dado que se recomienda efectuar la conexión en caliente; se considera en S/. 2 500,00.

Los Costos por CIRA e Imposición de Servidumbre se ha evaluado considerando un monto de S/. 6259,20 para CIRA; y el resto para Imposición de Servidumbre: S/. 9037,60

El monto por Imposición de Servidumbre se ha calculado considerando el costo fijado por el ex - CONATA de acuerdo a la zona y a los tipos de terreno (para esta evaluación se considera en S/. 0,80 / m²).

Se obtiene el costo directo aproximado por Imposición de Servidumbre, mediante la fórmula:

$$S = (\# \text{ postes} + \# \text{ retenidas} + \# \text{ p. tierra}) \times 9 \times 0,80 + \text{Long. Línea} \times 11 \times 0,08 \quad (6.1)$$

Luego reemplazando datos: $S \approx$ S/. 5781,00; al cual se le debe agregar los conceptos por elaboración de expediente y conexos; obteniéndose $S_{\text{total}} \approx$ S/. 9037,60.

Los Gastos Generales y Utilidad se consideran el 16 % de Sub Total d).

El Impuesto General de Ventas, será el 19 % del Sub Total de la Obra h).

6.3 Cronograma de ejecución de Obra

Se adjunta al presente un Cronograma de Ejecución de Obra, en base a la magnitud del Proyecto, que incluye tiempo de fabricación de los Suministros y los correspondientes a los Montajes Electromecánicos y Obras Civiles.

6.4 Estructuración final de costos por Imposición de Servidumbre

Se deberá de identificar todos los terrenos de terceros que son afectados por el paso de la Línea Primaria, luego convocar a sus propietarios y efectuar los pagos correspondientes, basados en costos regidos por el CONATA, para la zona del Proyecto y los tipos de terrenos.

6.5 Estructuración de costos por CIRA

Para gestionar el CIRA (Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos), se deberá conceptuar este considerando los trámites para Líneas Primarias de longitudes menores a 5,0 Km.; con el propósito de minimizar los costos y tiempos incurridos.

6.6 Costos de contratación

Para efectos de contratar la Ejecución de Obra, se deberá efectuar por la modalidad de Precios Unitarios y con partidas basados en Análisis de Costos Unitarios; y disgregando las partidas.

METRADO Y PRESUPUESTO PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

PROY. : SISTEMA DE UTILIZAC. EN 22,9 kV - ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO
EL VALOR - UTCUBAMBA

FECHA : ENERO - 2008

1/5

N°	ESPECIFICACIONES	METRADO Y PRESUPUESTO			
		UND.	METR.	COSTO UNIT. S/.	COSTO TOTAL S/.
A.-	SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS				
1,00	POSTES Y CRUCETAS				
1,01	Poste de c.a.c. 13m/300Kg/180/375mm	c/u	36,0	993,65	35 771,40
1,02	Poste de c.a.c. 13m/400Kg/180/375mm	c/u	18,0	1 041,25	18 742,50
1,03	Subestación aérea Biposte para Trafomix y equipos, conforme a Lámina de Detalle.	Jgo	1,0	3 022,60	3 022,60
1,04	Cruceta c.a.v. tipo asimétrica Za/1,50m/250Kg	c/u	2,0	91,63	183,26
1,05	Ménsula c.a.v. tipo Ma/1,00m/250Kg	c/u	42,0	82,11	3 448,62
1,06	Cruceta c.a.v. tipo simétrica Z/1,50m/400Kg	c/u	32,0	154,70	4 950,40
	SUB TOTAL ITEM 1.00				66 118,78
2,00	AISLADORES Y ACCESORIOS				
2,01	Aislador de porcelana tipo pín, clase ANSI 56-3	c/u	141,0	78,54	11 074,14
2,02	Espiga recta de AoGo. de 1-1/8" Ø x 16", con arandela, tuerca y contratuerca; según Especificaciones Técnicas.	c/u	141,0	14,91	2 102,41
2,03	Cadena de aisladores de suspensión con: -(1) aislador POLIMERICO - 25 kV tipo suspensión, clase EPCI-380/06-016 - SANTANA. -(1) Grampa de anclaje tipo pistola - 3 pernos -(1) Perno con ojo de AoGo. de 5/8"Ø x 10" de long., con arandela, tuerca y contratuerca.	Jgo	66,0	116,37	7 680,43
	SUB TOTAL ITEM 2.00				20 856,98
3,00	CONDUCTORES Y CABLES				
3,01	Conductor de Cobre duro, desnudo, cableado, de 7 hilos; de 35mm ² de sección.	m	60,0	10,41	624,75
3,02	Conductor de aleac. Al. tipo 6201, desnudo, cableado, de 7 hilos; de 50 mm ² de sección.	m	16983,5	2,12	36 075,59
3,03	Conductor de Al. tipo Grado Eléctrico, sólido (1 hilo), de 6 mm ² de sección.	m	211,5	1,00	211,42
3,04	Cable de energía tipo N2XSY-18/30 kV unipolar, de configuración triplex; de sección 3 - 1 x 50 mm ² .	m	180,0	46,94	8 449,12
3,05	Cable de energía tipo NYY-1 kV unipolar, de configuración triplex; de sección 3 - 1 x 500 mm ² .	m	60,0	440,32	26 419,43
3,06	Cable de energía tipo NYY-1 kV unipolar, de configuración triplex; de sección 3 - 1 x 120 mm ² .	m	30,0	79,26	2 377,75
3,07	Conductor Cu. forrado, tipo NLT de sección 3 x 2,5 mm ² para bobinado de tensión	m	10,0	2,58	25,82
3,08	Conductor Cu. forrado, tipo NLT de sección 3 x 4,0 mm ² para bobinado de corriente	m	10,0	3,25	32,49
3,09	Conductor de 35 mm ² de Cu. Forrado tipo CPI (WP)	m.	48,0	12,50	599,76
3,10	Conductor de Cobre temple recocido (blando), desnudo, cableado, de 7 hilos, de 35mm ² de sección (para puestas a tierra)	m	1300,0	10,41	13 536,25
	SUB TOTAL ITEM 3.00				88 352,37

METRADO Y PRESUPUESTO PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

PROY. : SISTEMA DE UTILIZAC. EN 22,9 kV - ESTACIÓN DE BOMBEO Nº 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO
EL VALOR - UTCUBAMBA

FECHA : ENERO - 2008

2/5

Nº	ESPECIFICACIONES	METRADO Y PRESUPUESTO			
		UND.	METR.	COSTO UNIT. S/.	COSTO TOTAL S/.
4,00	TRANSFORMADORES				
4,01	Transformador de potencia; tipo 3 Ø - ONAN, de relación 22,9/0,48 Dyn5; de 1000 kVA, para instalación exterior, altitud de 1000 m.s.n.m.	c/u	1,0	60 900,00	60 900,00
4,02	Transformador mixto de Medida TRAFOMIX, 3Ø - ONAN, 22,9/0,22kV - 10-20-30/5A, con 3 Bob. Corr. + 3 Bobin. Tens.; para instalación exterior y altitud 1000 m.s.n.m. -C.P.= 0.2	c/u	1,0	7 250,00	<u>7 250,00</u>
	SUB TOTAL ITEM 4.00				68 150,00
5,00	SISTEMA DE MEDICION Y CONTROL				
5,01	Medidor electrónico de 04 hilos, tipo A1R LQ +, para sistema trifásico; con puerto RS485, tipo multi-funciones.	c/u	1,0	2 552,61	<u>2 552,61</u>
	SUB TOTAL ITEM 5.00				2 552,61
6,00	EQUIPOS DE PROTECCION				
6,01	Seccionador fusible tipo Cut- Out, de 27 kV, 200 A, BIL de 150 kV; incluye fusible tipo chicote clase "K" (40 y 50)	Cjt	6,0	256,98	1 541,88
6,02	Pararrayo de Oxido metálico, ZnO de 21 kV 10 kA; provisto de abrazaderas	Cjt	6,0	270,00	1 620,00
6,03	Interruptor de recierre (recloser) de 274 kV 560 A, de 12,5 kA 150 kV BIL; para uso a la intemperie	Cjt	1,0	25 500,00	25 500,00
6,04	Interruptor tripolar accion. bajo carga de 24 kV, 630 A, 16 kA; para uso interior.	Cjt	1,0	13 920,00	13 920,00
6,05	Fusible Limitador de Corriente tipo CEF de 24 kV 63 A para protección de transformador de 1000 kVA (incluye bases)	Cjt	3,0	460,00	1 380,00
6,06	Equipos de protección y Control (Relés 50/51 y 50N/51N + Accesorios, Baterías, Cables y conectores)	Cjt	1,0	5 400,00	5 400,00
6,07	Sistema de Barras de Subestación en caseta; conforme a detalle de Planos	Cjt	1,0	1 500,00	1 500,00
6,08	Celdas de Subestación Elevadora (de Llegada y Transformación) conforme a Planos	Cjt	1,0	2 400,00	2 400,00
6,09	Fusible Limitador de Corriente tipo CEF de 24 kV 40 A para protección de transformador de 1000 kVA (incluye bases)	Cjt	3,0	450,00	1 350,00
6,10	Tablero principal de Baja Tensión - 480 V; (incluye interruptor termomagnético de 3 x 1250 A 3 polos - 690 V - 65 kA regulable	Cjt	1,0	5 908,84	<u>5 908,84</u>
	SUB TOTAL ITEM 6.00				60 520,72
7,00	MATERIAL ELECTRICO ACCESORIO				
7,01	Sistema de puesta a tierra, compuesto de: - 01 Varilla Cooper-Weld - 16 mm Ø x 2.4m. - 02 Platinas de Cu. tipo "J" (toma de tierra); con 01 agujero - 02 Conectores tipo cuña Ampact, para sección de 35/35mm ² - 01 Parapeto (buzón) de concreto cilíndrico, con tapa. - 01 Conector tipo Anderson-Electric de bronce, de 5/8"Ø. - 01 Tubo de PVC-SAP de 3/4" Ø x 3.0 m. - 01 Compuesto de Bentonita (50 Kg.).	Cjt	60,0	141,44	8 486,60

METRADO Y PRESUPUESTO PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

PROY. : SISTEMA DE UTILIZAC. EN 22,9 kV - ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO
EL VALOR - UTCUBAMBA

FECHA : ENERO - 2008

3/5

N°	ESPECIFICACIONES	METRADO Y PRESUPUESTO			
		UND.	METR.	COSTO UNIT. S/.	COSTO TOTAL S/.
7,02	Amortiguador tipo Stockbridge para conductores de AAAC; para sección 50 mm ² .	Cjt	6,0	77,00	462,00
7,03	Corto-circuito de masas metálicas en estructuras de M.T.: - 03 Conectores de material cadmiado, tipo cuña; para secciones de 50 mm ² .				
	- 03 Platinas de Cu. tipo "J" (toma de tierra); con 1 agujero	Cjt	1,0	28,28	28,28
7,04	Conector tipo cuña, para aplicación en conductor de aleación de Al, de cobre o ambos; de 50/50 mm ² de sección.	c/u	66,0	6,08	401,34
7,05	Retenida simple completa, compuesta de: - 15m. cable AoGo. 3/8"Ø x 7 hilos, de 6,875 Kg/cm ² . - 01 perno-ojo de AoGo. de 5/8"Øx10". - 01 varilla de anclaje, según Especific. Técnicas; de AoGo. de 5/8"Ø x 8", con ojal en un extremo y rosca en el otro. - 01 aislador de tracción, tipo nuez; de porcelana, Clase ANSI 54-2. - 04 mordazas preformadas de AoGo., para cable de 3/8"Ø - 01 bloque de c.a., de 0.6 x 0.6 x 0.2m. - 01 platina de FoGo, de 4" x 4" x 1/4", con orificio central. - 01 Canaleta de FoGo. de 1/16"x8' de long.; con seguros - 02 guardacabos de FoGo., de 3/8"Ø. - 01 tuerca + contratuerca de AoGo, de 5/8"Ø.	Cjt	30,0	130,82	3 924,68
7,06	Terminal de Cu.con perno de presión de AoGo; de 1250 A	c/u	12,0	8,75	104,96
7,07	Terminal de Cu.con perno de presión de AoGo; de 300 A	c/u	12,0	16,16	193,92
7,08	Terminal Cadmiado tipo compresión de 50 mm ² de sección	c/u	6,0	7,71	46,23
7,09	Terminal Cadmiado tipo compresión de 35 mm ² de sección	c/u	9,0	5,83	52,48
7,08	Varilla de armar, tipo simple; de aleación de aluminio, para 50 mm ² ; de 9 hilos x 1.2 m.	c/u	141,0	8,95	1 262,62
7,09	Cinta plana de armar, de platina de aleación de aluminio; sección rectangular, de 5 mm de ancho x 1.2 m de long.	m	211,5	1,04	220,22
7,10	Cinta de Acero Galvanizado, tipo Band-It de 3/4" de ancho x 1/5 mm de espesor.	m	30,0	6,08	182,43
7,11	Grapa de Acero Galvanizado, para cinta Band-It de 3/4" de ancho; ajustable a compresión.	c/u	30,0	2,04	61,23
7,12	Pintura esmalte color amarillo (señalización)	gl	1/2	14,28	7,14
7,13	Pintura esmalte color negro (señalización)	gl	1/2	14,28	7,14
7,14	Murete de concreto de 0.80 x 1.60; incluye base, sobrebase y enlucido; de acuerdo a Especificaciones Técnicas.	cjt	1,0	184,45	184,45
7,15	Accesorios de anclaje p/ seguro del Transformador y Trafomix a loza soporte; que consiste en 2 pernos y 2 seguros de anclaje, conforme Especificaciones Técnicas	cjt	2,0	161,60	323,20
7,16	Tubo de AoGo. de 1"Ø x 6.4 m. de longitud, continuo en toda su extensión.	c/u	1,0	141,40	141,40
7,17	Tubo de AoGo. de 2 1/2"Ø x 3,5 m. de longitud, continuo en toda su extensión.	c/u	2,0	161,60	323,20
7,18	Tubo de AoGo. de 1/2"Ø x 6.4 m. de longitud, continuo en toda su extensión.	c/u	1,0	33,32	33,32
7,19	Tubo de AoGo. de 4"Ø x 3.5 m. de longitud, continuo en toda su extensión.	c/u	2,0	184,45	368,90

METRADO Y PRESUPUESTO PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

PROY. : SISTEMA DE UTILIZAC. EN 22,9 kV - ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO
EL VALOR - UTCUBAMBA

FECHA : ENERO - 2008

4/5

N°	ESPECIFICACIONES	METRADO Y PRESUPUESTO			
		UND.	METR.	COSTO UNIT. SI.	COSTO TOTAL SI.
7,20	Tubo de PVC-SAP de 2 1/2"Ø x 3.0 m. de longitud, continuo en toda su extensión.	c/u	1,0	11,90	11,90
7,21	Codo de PVC-SAP de 2 1/2"Ø, con extremos previstos para embone.	c/u	4,0	11,90	47,60
7,22	Codo de PVC-SAP de 1"Ø, con extremos para embone	c/u	4,0	1,79	7,14
7,23	Tubo de PVC-SAP de 1"Ø x 3.0 m. de longitud, continuo en toda su extensión.	c/u	1,0	6,66	6,66
7,24	Caja metálica portamedidor tipo LTM; para instalación en murete de concreto; de acuerdo a Especificaciones Técnicas.	c/u	1,0	113,05	113,05
7,25	Manta de PVC aislante - autovulcanizante N° 3M-2	kit	3,0	6,08	18,24
7,26	Varilla roscada de AoGo., de 16 Ø x 407 mm; con tuerca, contratuerca y arandelas.	c/u	74,0	10,00	739,70
7,27	Cinta aislante vinílica de 3/4" de ancho x 20 m	rl.	7,0	4,17	29,16
7,28	Cinta autovulcanizante de alta performance; tipo 3M Scotch 23, dimensiones de 3/4" x 10 m.	rl.	7,0	20,99	146,94
7,29	Terminaciones para cable tipo N2XSY; tipo unipolar de sección 3 - 1 x 50 mm ² - 30 kV; para uso exterior; tipo termocontractil	kit	6,0	937,29	5 623,75
7,30	Abrazadera soporte de terminación para cable tipo N2XSY de formación unipolar - 30 kV; de AoGo. tipo Ω de 1 1/2" x 1/4"; incluye pernos de 1/2"Ø x 6"; arandelas, tuerca y contratuerca.	c/u	6,0	14,58	87,47
7,31	Cinta de señalización color Rojo de 5" x 0.004"; con inscripción de "peligro - cables de energía en 30 kV"	m	36,0	0,41	14,84
7,32	Ladrillos de arcilla; para señalización, tipo kk de dimensiones: 24 x 12 x 6 cm.	u.	250,0	0,36	89,25
7,33	Precinto de seguridad de policarbonato, tipo doble ancla.	u.	2,0	0,41	0,82
7,34	Candado de 50 x 50 mm; de FeGo. o de bronce.	u.	2,0	26,18	52,36
	SUB TOTAL ITEM 7.00				23 804,64
8,00	ACCESORIOS DE MADERA Y OBRAS CIVILES				
8,01	Cruceta de madera tratada y accesorios, que consta de: - 01 cruceta de madera tipo tornillo; de 3 1/2" x 4 1/2" x 1.70 m. - 01 cruceta de madera tipo tornillo; de 3 1/2" x 4 1/2" x 0.60 m. - 01 perfil angular (90°) de AoGo. tipo brazo o riostra, fabricados con acero SAE 1020; de dimensiones 1 1/2"x1 1/2"x3/8"x1.10 mt.; - 01 cj. abrazadera partida, de AoGo. de platina de 2" de ancho x 3/8" x 200 mm Ø, con 03 pernos de 5/8" Ø x 7". - 01 tirafón de AoGo. de 3/16"Ø x 3" - 02 varillas roscadas de AoGo., 16 x 407 mm long.; con T/C/A. - Arandelas cuadradas, curvas y planas; de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" - Arandelas tipo circulares planas; de 2" x 1/8" y 2 1/4" x 3/16".	Cjt	1,0	270,73	270,73
8,02	Cruceta de madera tratada y accesorios, que consta de: - 01 cruceta de madera tipo tornillo; de 3 1/2" x 4 1/2" x 1.70 m. - 02 pernos de AoGo., 5/8"Ø x 5 1/2" de longitud; c T/C/A. - 01 cj. abrazadera partida tipo Ω, de AoGo. de platina de 2" de ancho x 3/8" x 200 mm Ø, con dos pernos de 5/8" Ø x 7". - Arandelas cuadradas, curvas y planas; de 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" - Arandelas tipo circulares planas; de 2" x 1/8" y 2 1/4" x 3/16".	Cjt	1,0	222,83	222,83

METRADO Y PRESUPUESTO PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

PROY. : SISTEMA DE UTILIZAC. EN 22,9 kV - ESTACIÓN DE BOMBEO N° 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO
EL VALOR - UTCUBAMBA

FECHA : ENERO - 2008

5/5

N°	ESPECIFICACIONES	METRADO Y PRESUPUESTO			
		UND.	METR.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
8,03	Accesorios complementarios para montaje de terminación de cable seco tipo N2XSY - 30 kV, en cruceta asimétrica: - 01 listón de madera tipo tornillo; de 2 ½" x 4" x 0.90 m. - 01 listón de madera tipo tornillo; de 2 ½" x 4" x 0.40 m. ancho x 3/8" x 200 mm Ø, con 03 pernos de 5/8" Ø x 7". - 03 pernos de AoGo. de 1/2" Ø x 8"; con tuerca y arandela. - 02 pernos de AoGo. de 3/8" Ø x 8"; con tuerca y arandela. - 02 plantinas de AoGo. de 1 1/2" x 5 1/2" x 1/4"; provisto de 02 agujeros de 1/2" Ø - 03 arandelas cuadradas planas de 2 1/4" x 3/16" espesor.	Cjt	2,0	97,88	195,76
8,04	Abrazadera partida de AoGo. de 2" x 3/8" x 200 mm Ø; con tres pernos de 1/2" Ø x 5"; con tuercas y arandelas	Cjt	2,0	19,26	38,53
8,03	Obras Civiles - Construcción de Subestación tipo Caseta de 5,5 x 4,0 m2; de acuerdo a Planos	Cjt	1,0	8 000,00	8 000,00
	SUB TOTAL ITEM 8.00				8 727,83
	TOTAL SUMINISTRO MATERIALES Y EQUIPOS.				339 083,93

Ene-08

METRADO Y PRESUPUESTO PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

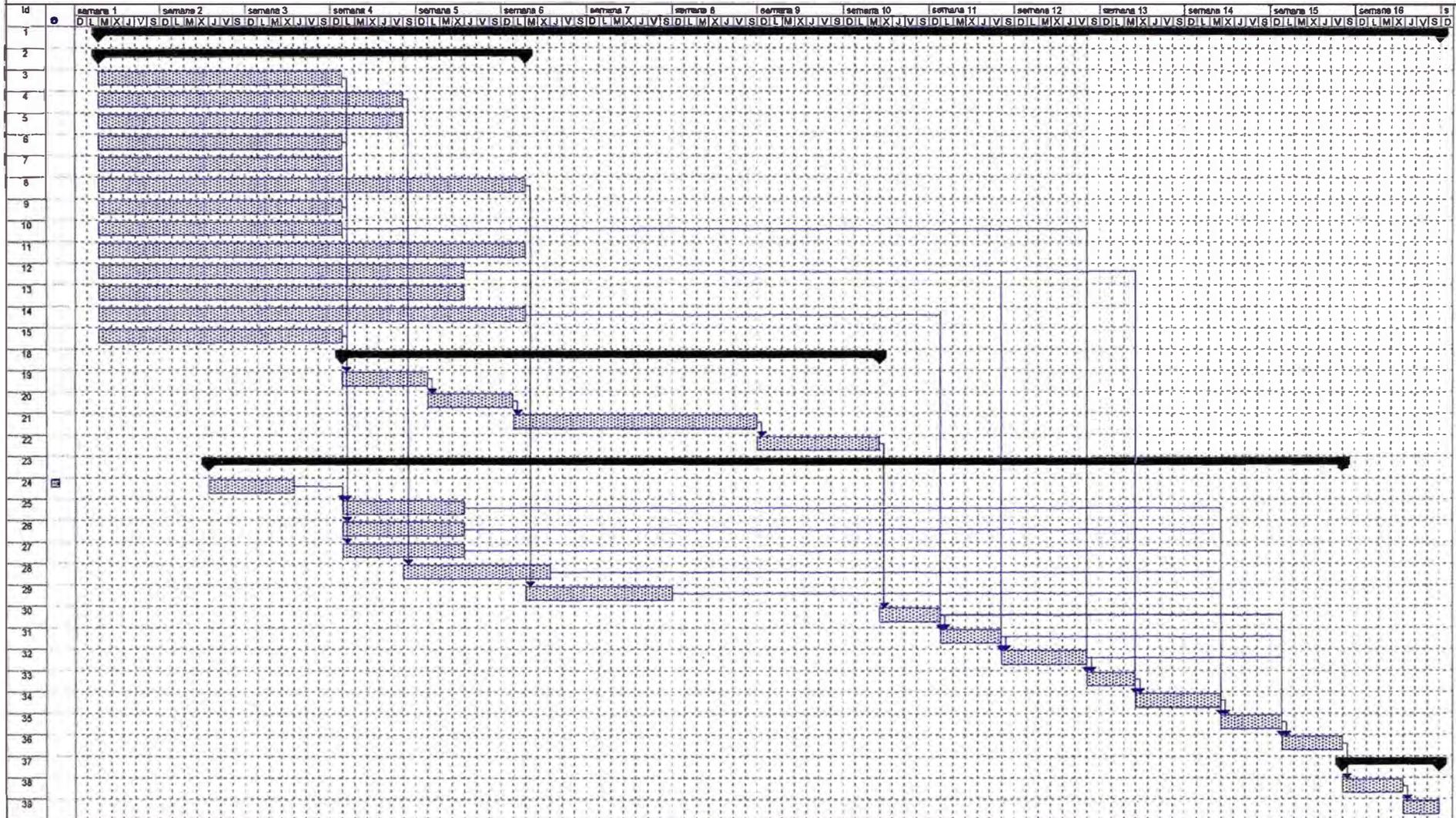
PROY. : SISTEMA DE UTILIZAC. EN 22,9 kV - ESTACIÓN DE BOMBEO Nº 7 DEL OLEODUCTO NORPERUANO
EL VALOR - UTCUBAMBA

FECHA : ENERO - 2008

Nº	ESPECIFICACIONES	METRADO		COSTOS (S/.)	
		UND.	CANT.	UNIT.	PARC.
	<u>RESUMEN - PRESUPUESTO</u>				
A	SUMINISTRO DE MATERIALES				339 083,93
B	MANO DE OBRA (INCL. EQUIPOS Y AGREGADOS)		24,0%	DE A	81 380,14
C	TRANSPORTE DE SUMINISTROS		4,0%	DE A	13 563,36
D	SUB TOTAL				434 027,42
E	GASTOS POR CONEXIÓN A RED EXISTENTE				2 500,00
F	GASTOS POR CIRA E IMPOSICION DE SERVIDUMBRE				15 296,84
G	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD		16,0%	DE D	69 444,39
H	SUB TOTAL DE LA OBRA				521 268,65
I	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS		19,0%	DE H	99 041,04
	TOTAL COSTO DE OBRA (INCL. I.G.V.)				620 309,69

CH/ENERO DEL 2,008

CRONOGRAMA DE OBRA
SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22.9 KV - ESTACION DE BOMBEO No. 7 - AMAZONAS



Proyecto: SISTEMA DE UTILIZACIÓN
 Fecha: 01-01-08

Task	Milestone	Rolled Up Task	Rolled Up Progress	External Tasks	Group By Summary
Progress	Summary	Rolled Up Milestone	Split	Project Summary	Deadline

CAPÍTULO VII LÁMINAS Y PLANOS

7.1 Generalidades

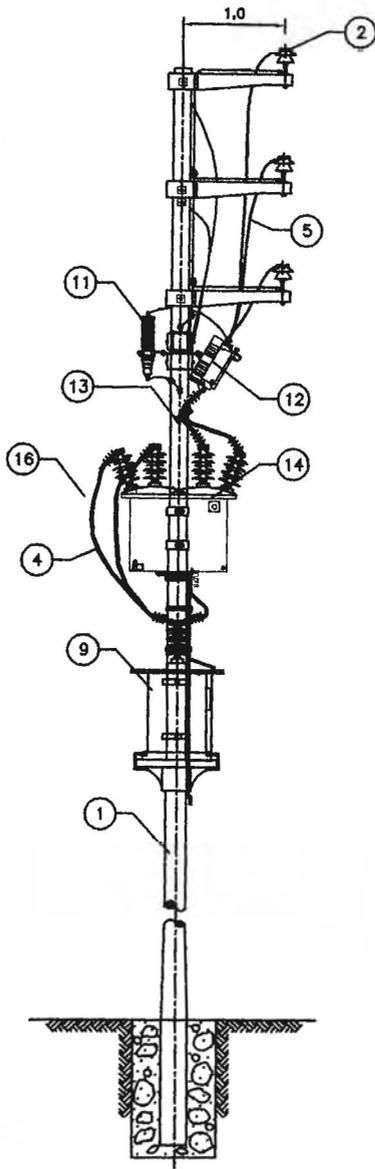
Las Láminas que conforman el presente Informe son las que se indican en la Tabla 7.1; y consigna los armados, detalles, disposición de equipos y distancias que se deberán de respetar.

Tabla 7.1 Relación de Láminas

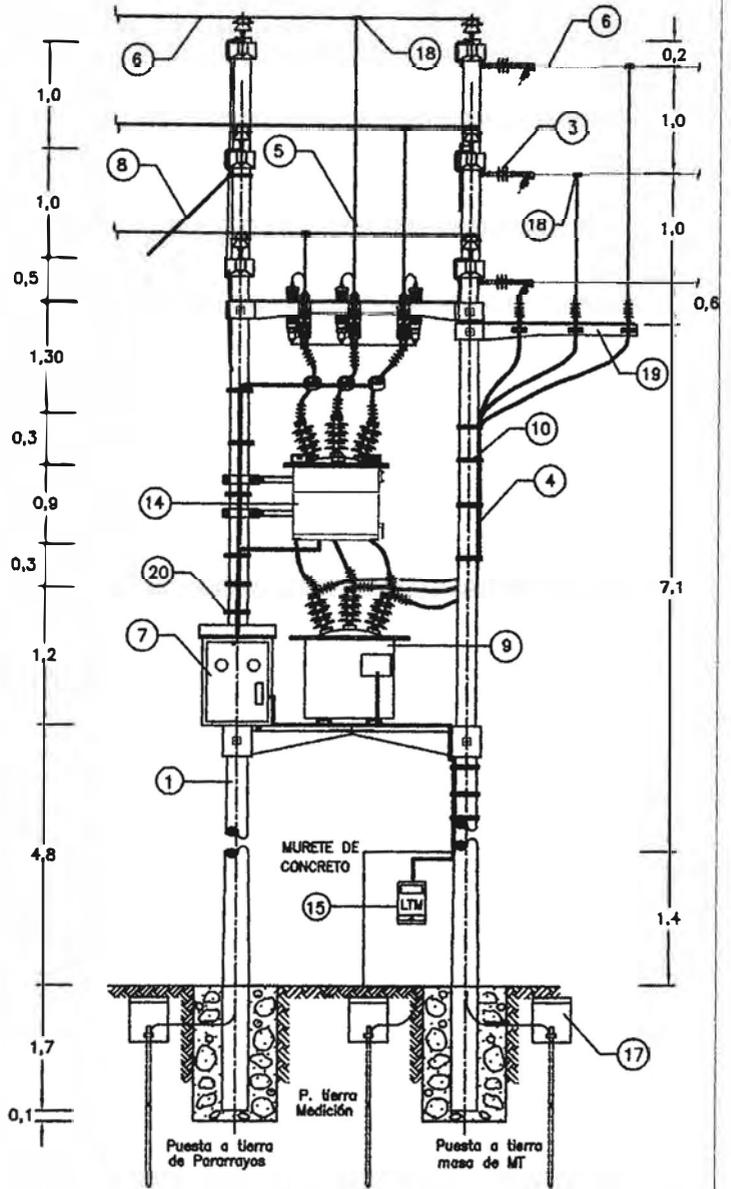
No.	DESCRIPCIÓN
01	Estructura de Seccionamiento y Medición tipo SC+ME
02	Estructura de Alineamiento tipo S1
03	Estructura de Alineamiento tipo S1'
04	Estructura de Anclaje y Vano flojo tipo TS
05	Estructura de Anclaje y Vano flojo tipo TS'
06	Estructura de Retención tipo R3
07	Estructura de Retención tipo 3R3-0
08	Estructura de Angulo tipo 3A3-0
09	Estructura de Angulo tipo A3
10	Estructura Fin de Circuito tipo PVT
11	Retenida tipo simple para Media Tensión
12	Sistema de Puesta a Tierra – M.T.
13	Puesta a Tierra – Detalle de Buzón de Concreto y Accesorios
14	Detalle de Tapa de Concreto para Buzón de Puesta a Tierra
15	Caja de Medición tipo "LTM"
16	Detalle de Amarre Típico de Aislador Tipo PIN
17	Detalle y datos técnicos – Aislador tipo PIN y Espiga de AoGo.
18	Detalle y datos técnicos – Aislador Polimérico tipo Suspensión
19	Seccionador Fusible Unipolar tipo Cut Out

Así mismo la relación de los Planos que se incluyen, es la siguiente:

- a) Título : TRAZO DE LÍNEA PRIMARIA EN 22,9 kV
Escala : 1 : 40 000
Nº de Plano : SU - 01
- b) Título : SUBESTACIÓN EN CASETA
Escala : INDICADA
Nº de Plano : SU - 02
- c) Título : RECORRIDO LÍNEA PRIMARIA EN 22,9 kV
Escala : 1 : 10 000
Nº de Plano : SU - 03



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

09	TRAFOMIX TIPO TMEA-33 DE 22,9/0.22kV; 10-20-30/5A CL. 0.2	19	PALOMILLA DE C.A.V. DE 1,50m/220mm Ø
08	RETENIDA TIPO SIMPLE DE M.T.	18	CONECTOR TIPO CUÑA DE MATERIAL CADMIADO DE 35/35-50 mm²
07	TABLERO DE CONTROL PARA ALOJAMIENTO DE CABLES Y EQUIPOS DE CONTROL, CON PUERTO RS485 Y JUEGO DE BATERÍAS DE 24 Vcc (RECAR. CON ALIMENTACIÓN DE 220 Vca - 1Ø)	17	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA MT, MEDIC. Y PARARRAYOS
06	CONDUCTOR DE ALEAC. AL. 6201, DESNUDO DE 50 mm²	16	TERMINACIÓN PARA CABLE SECO N2XSY DE 18/30 kV - 50 mm²
05	CONDUCTOR DE CU. DESNUDO, TEMPLE DURO DE 35 mm²	15	CAJA PORTAMED. LTM C/MEDIDOR ELECTRÓNICO A1R LQ+, EN MURETE
04	CABLE TIPO N2XSY DE 18/30 kV DE 50 mm² - CONFIGURACIÓN 3Ø	14	INTERRUPTOR RECIEIRRE (RECLOSER) DE 27 kV, 560 A, 12,5 kA y 150 kV BIL
03	AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENS. DE 25 kV; INCL. FERRETERÍAS	13	TRANSFORMADOR DE CORR. (TOROIDAL) DE 100/1 A 12 kA CL. 1.0 - 2 VA
02	AISLADOR TIPO PIN (PORCELANA) CLASE 56-3 INCL. FERRETERÍAS	12	SECCIONADOR TIPO CUT OUT DE 150 kV BIL 27 kV 200 A - FUSE "K"
01	ESTRUCTURA TIPO SAB CON POSTE DE C.A.C. 13/400/180/375	11	PARARRAYOS DE ÓXIDO METÁLICO - 10 kA, 21 kV
		10	CINTA BANDIT DE 3/4" DE ANCHO; INC. HEBILLAS DE Aço.
ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN

MODIFIC.:
FECHA :
V.B. REV.

FEB - 2008
U.C.J.

ELECTRIF. EN M.T.
ESTUDIOS Y PROYECTOS
ARMADOS R.P.

PROYECTO

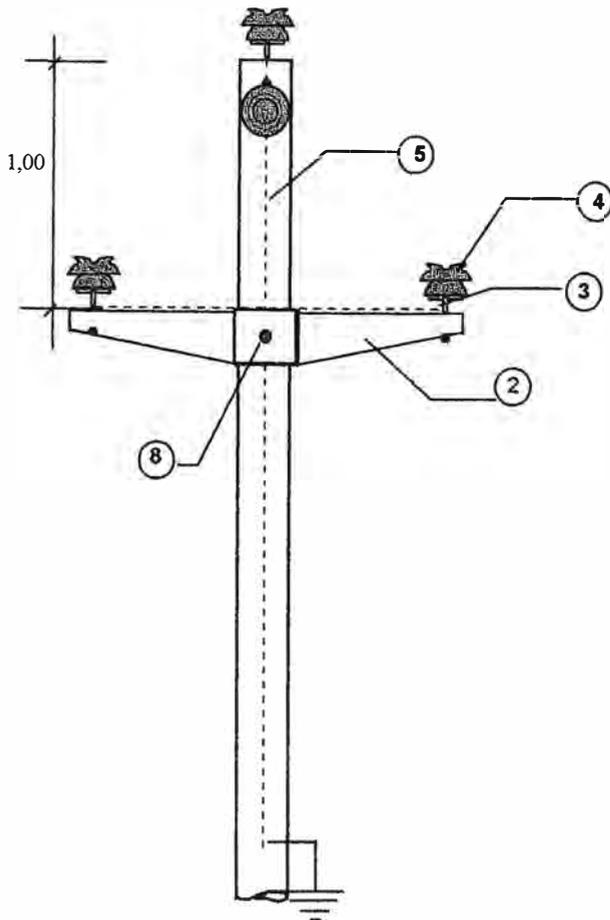
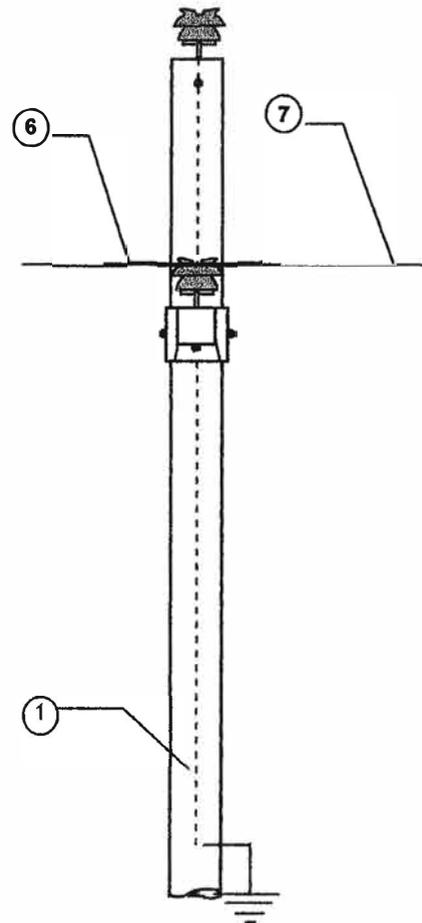
SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV

TÍTULO

ESTRUCT. DE SECCIONAM. Y DE MEDICIÓN TIPO SC + ME

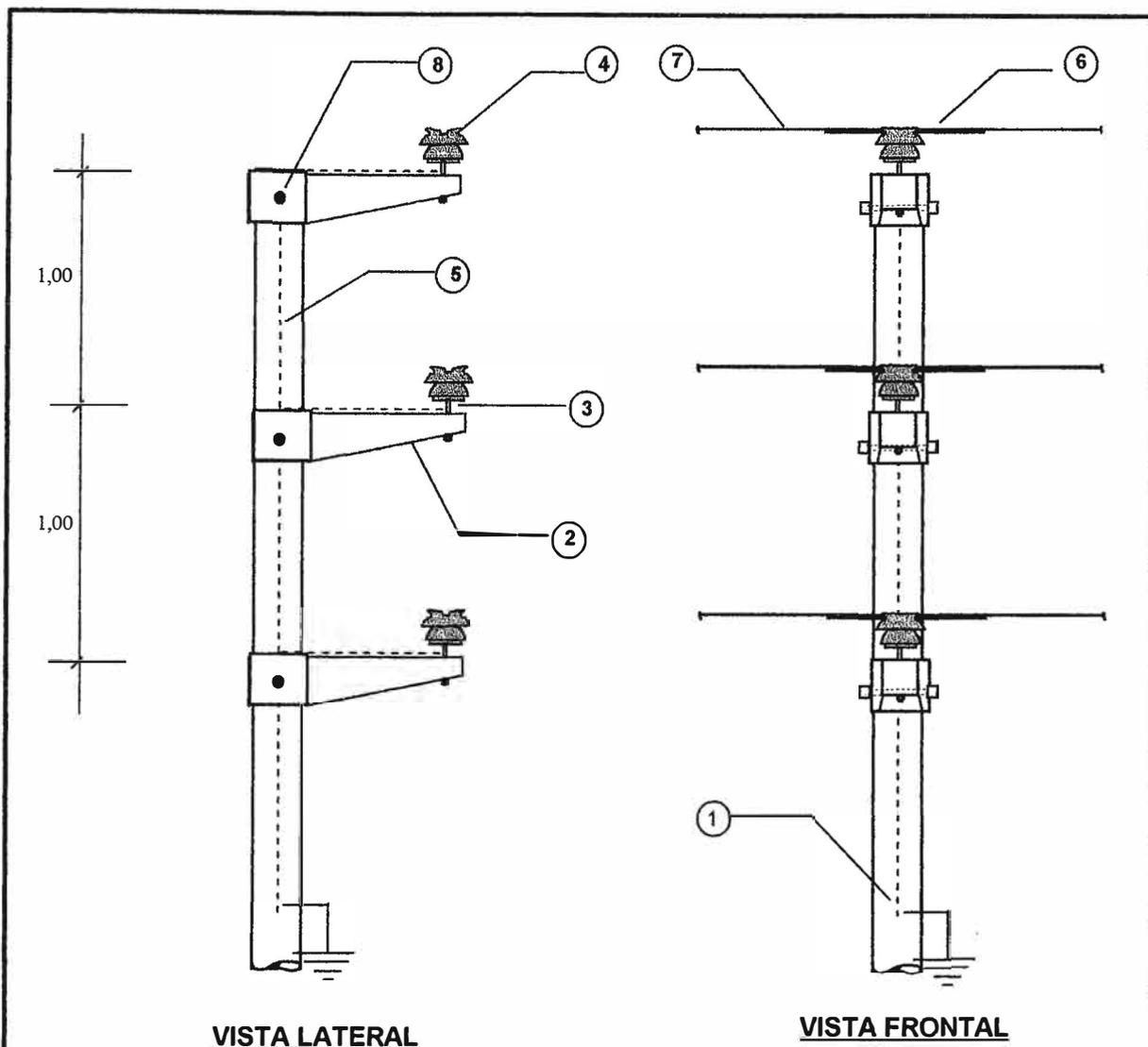
LÁMINA

01

VISTA LATERALVISTA FRONTAL

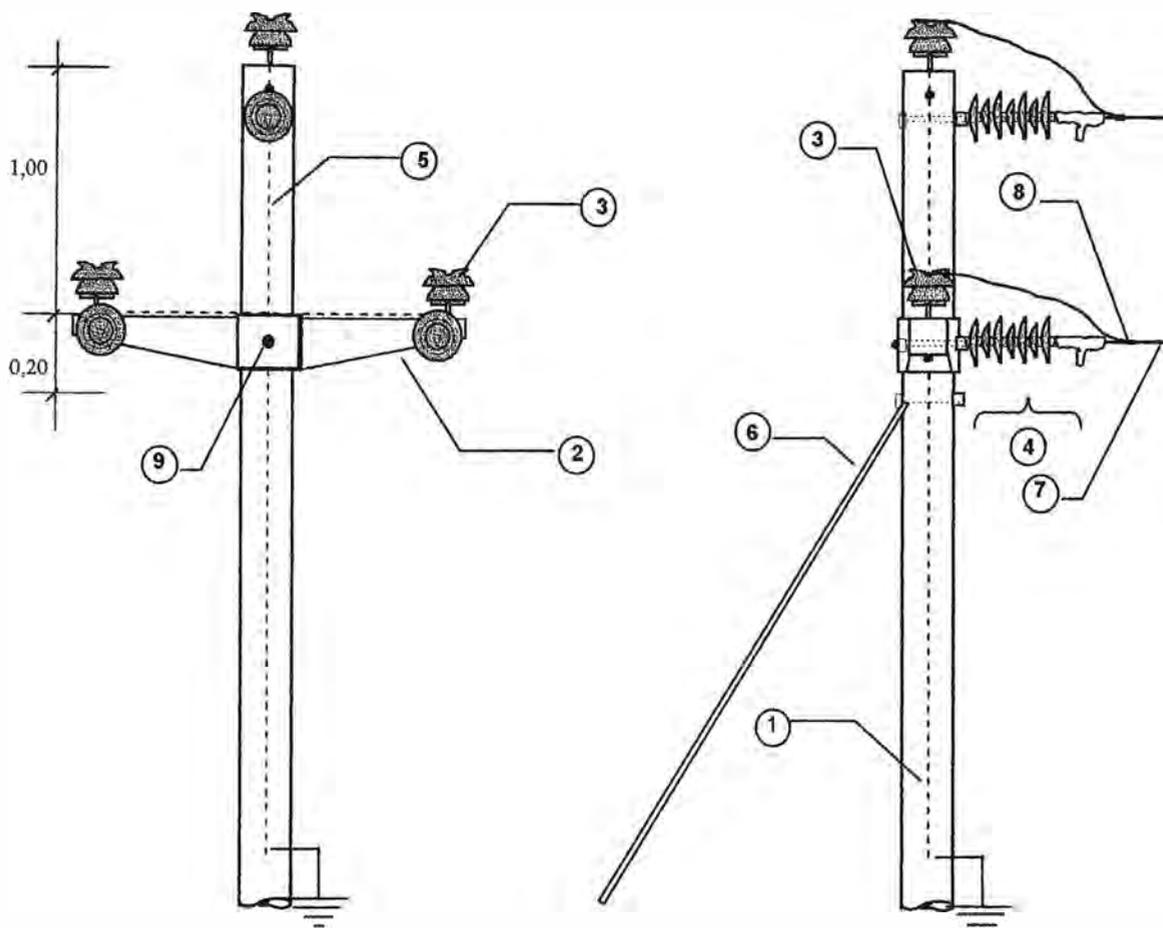
8	01 u.	VARILLA ROSCADA DE AoGo. DE 16 mm Ø X 457 mm DE LONGITUD
7	MED.	CONDUCTOR DE ALEAC. ALUMINIO TIPO 6201, DESNUDO, CABLEADO - 50 mm ²
6	03 j.	CONDUCTOR DE ALUMINIO SÓLIDO, DESNUDO - 6 mm 253 + VARLLA DE ARMAR SIMPLE
5	01 c.	CORTOCIRCUITO MASAS METALICAS - CONDUCTOR COBRE RECOCIDO - 35 mm ²
4	03 j	AISLADOR PÍN DE PORCELANA CLASE 56-3
3	03 j.	ESPIGA RECTA AoGo. 28,6 mm Ø x 407 mm. LONG.; PARA CRUCETA - AISLADOR PIN
2	01 u	CRUCETA C.A.V. TIPO Z/1,50/400Kg/220mm Ø
1	01 u	POSTE C.A.C. 12/400Kg/180mm/375mm
ITEM	CANT.	DESCRIPCION

ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSION	PROYECTO : SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION		DISEÑO: U. C.J.		
	TÍTULO : ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO - ARMADO S1		REVISADO: J. Y. M.		
DISTRITO : EL VALOR	PROVINCIA : UTCUBAMBA	DEPARTAMENTO : AMAZONAS	ESCALA : S/E	FECHA : ENE. - '08	LAMINA N°: 02



8	03 u.	VARILLA ROSCADA DE AoGo. DE 16 mm Ø x 457 mm DE LONGITUD
7	MED.	CONDUCTOR DE ALEAC. ALUMINIO TIPO 6201, DESNUDO, CABLEADO - 50 mm ²
6	03 j.	CONDUCTOR DE ALUMINIO SÓLIDO, DESNUDO - 6 mm ² + VARILLA DE ARMAR SIMPLE
5	01 c.	PUESTA A TIERRA MASAS METALICAS DE M.T. - CONDUCTOR COBRE RECOCIDO - 35 mm ²
4	03 u	AISLADOR PÍN DE PORCELANA CLASE ANSI 56-3
3	03 u	ESPIGA RECTA AoGo. 28,8 mm Ø x 407 mm DE LONG. P/CRUCETA - AISLADOR PÍN
2	03 u	MENSULA C.A.V. TIPO M1,00/250Kg/220mm Ø
1	01 u	POSTE C.A.C. 13/300Kg/180mm/375mm
ITEM	CANT.	DESCRIPCION

ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSION	PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION		DISEÑO: U. C. J.		
	TITULO : ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO - ARMADO S1'		REVISADO: J. Y. M.		
DISTRITO : EL VALOR	PROVINCIA : UTCUBAMBA	DEPARTAMENTO : AMAZONAS	ESCALA : S/E	FECHA : ENE. - '08	LAMINA N°: 03

VISTA LATERALVISTA FRONTAL

9	01 u.	VARILLA ROSCADA DE AoGo. DE 16 mm Ø X 457 mm DE LONGITUD
8	03 u.	CONECTOR DE ALUMINIO TIPO CUÑA DE 50/50 mm ²
7	MED.	CONDUCTOR DE ALEAC. ALUMINIO TIPO 6201, DESNUDO, CABLEADO - 50 mm ²
6	01 j.	RETENIDA TIPO SIMPLE PARA MEDIA TENSION
5	01 c.	CORTOCIRCUITO MASAS METALICAS - CONDUCTOR COBRE RECOCIDO - 35 mm ²
4	03 j	AISLADOR SUSP. POLIMÉRICO EPCI 25kv + FERRETERÍA COMPLETA.
3	03 j.	AISLADOR PÍN DE PORCELANA CLASE 56-3 + ESPIGA COMPLETA
2	01 u	CRUCETA C.A.V. TIPO Z/1,50/400Kg/220mm Ø
1	01 u	POSTE C.A.C. 12/400Kg/180mm/375mm
ITEM	CANT.	DESCRIPCION

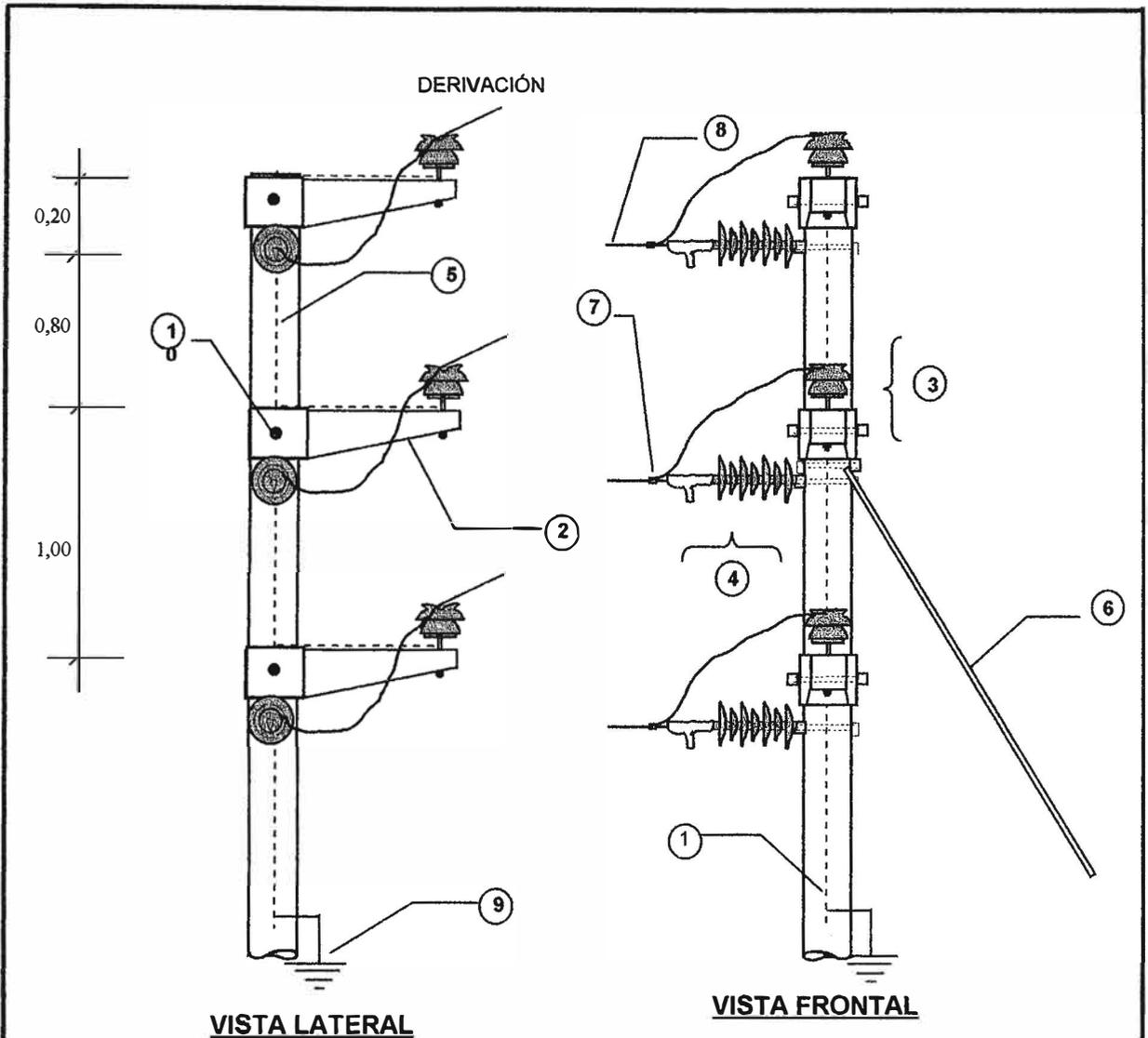
ELECTRIFICACION
EN MEDIA TENSION

PROYECTO : SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION

DISEÑO:
U. C.J.

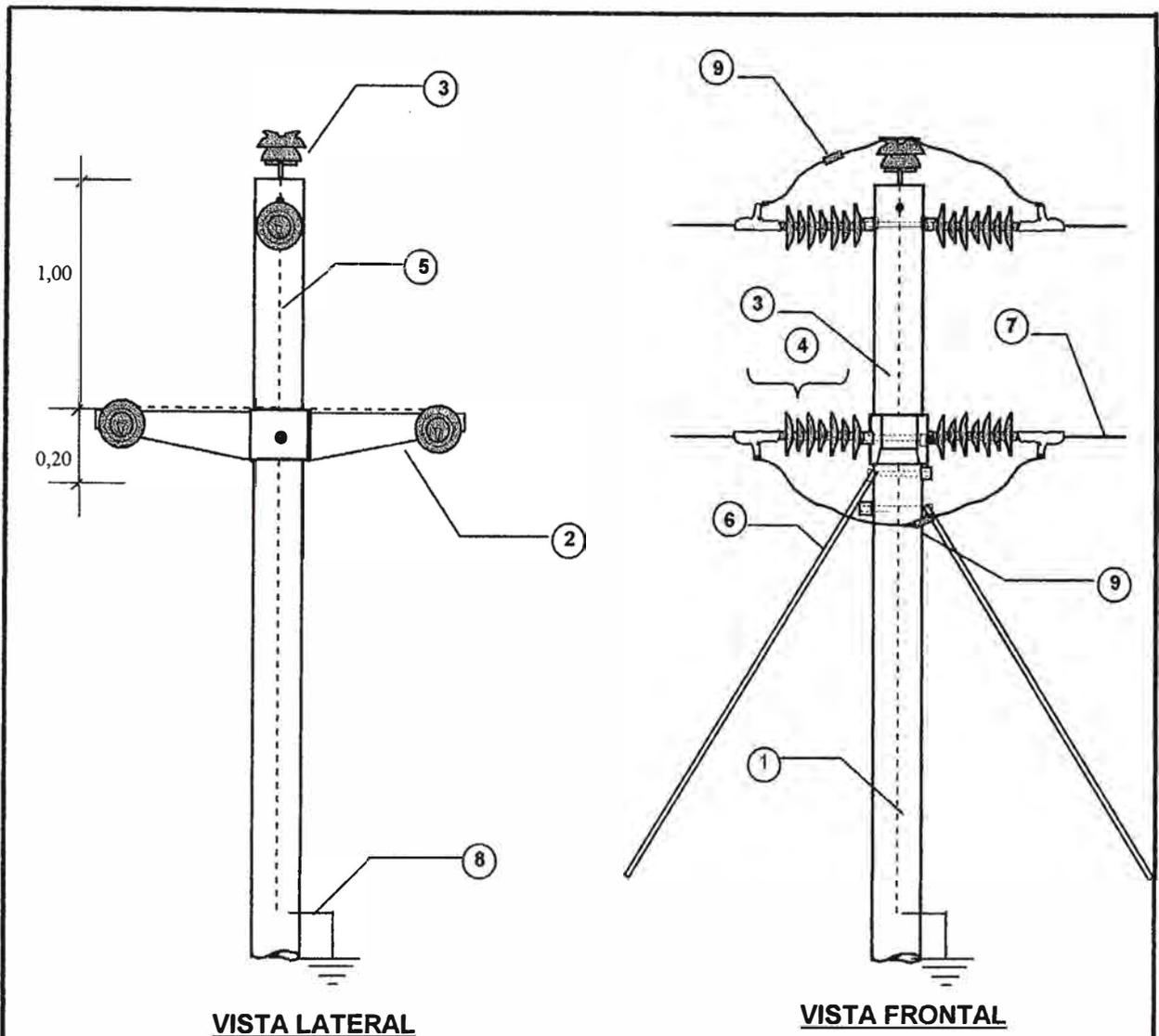
TÍTULO : ESTRUCTURA ANCLAJE Y DERIV. VANO FLOJO - TS

REVISADO:
J. Y. M.DISTRITO :
EL VALORPROVINCIA :
UTCUBAMBADEPARTAMENTO :
AMAZONASESCALA :
S/EFECHA :
ENE. - '08LÁMINA Nº:
04



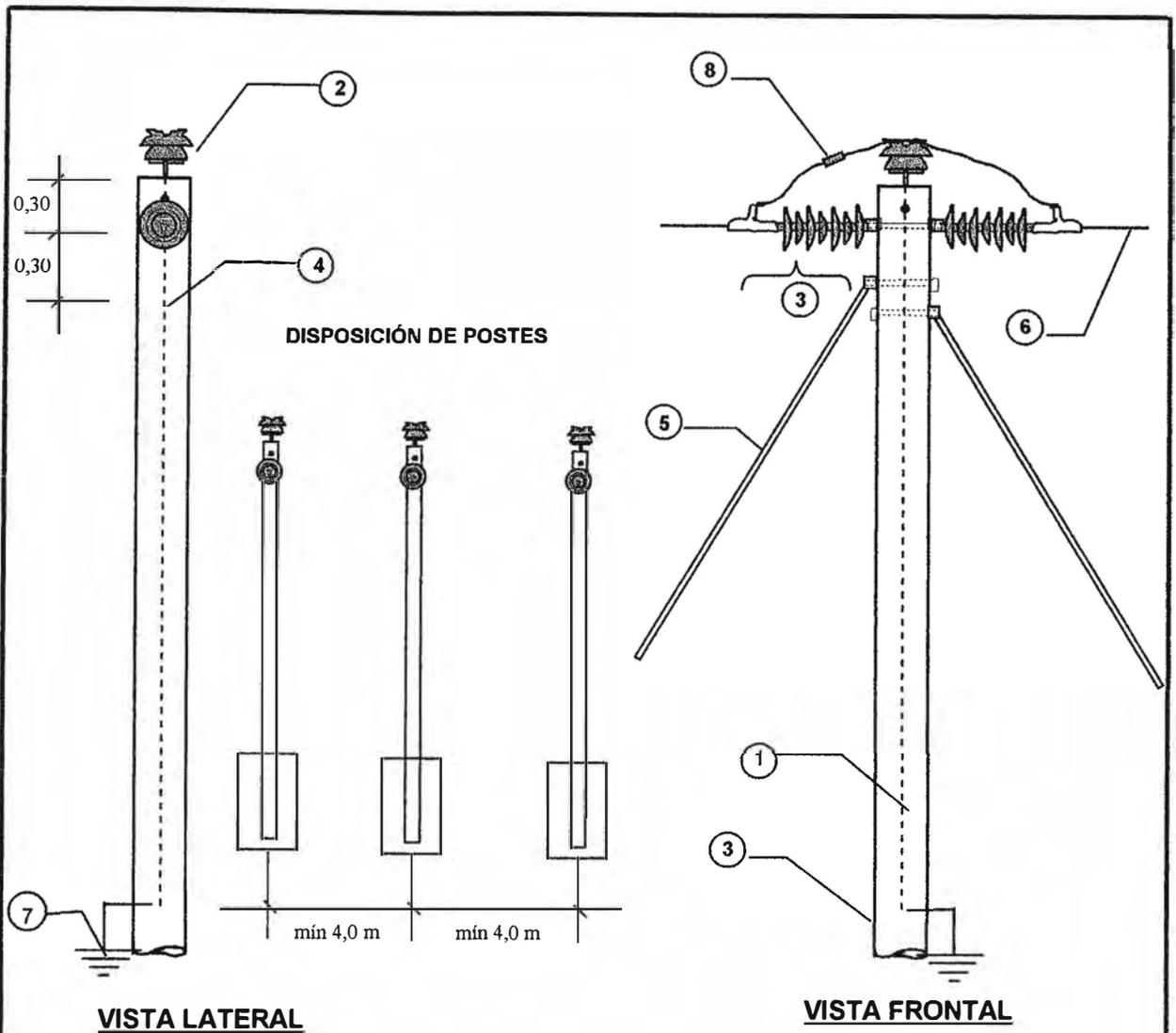
10	03 u.	VARILLA ROSCADA DE AoGo. DE 16 mm Ø x 457 mm DE LONGITUD
9	01 c.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA CON ELECTRODO VERTICAL Y CONDUCTOR DE Cu. 35 mm ²
8	MED.	CONDUCTOR DE ALEAC. ALUMINIO TIPO 6201, CABLEADO, DESNUDO - 50 mm ²
7	03 u.	CONECTOR DE ALUMINIO TIPO CUÑA DE 50/50 mm ²
6	01 j.	RETENIDA TIPO SIMPLE PARA MEDIA TENSION
5	01 c.	CORTOCIRCUITO MASAS METÁLICAS - CONDUCTOR COBRE RECOCIDO - 35 mm ²
4	03 j.	AISLADOR SUSP. POLIMÉRICO EPCI 25kV + FERRETERÍA COMPLETA.
3	03 j.	AISLADOR PÍN DE PORCELANA CLASE 56-3 + ESPIGA COMPLETA
2	03 u.	MÉNSULA C.A.V. TIPO M/1,00/250Kg/220mm Ø
1	01 u.	POSTE C.A.C. 13/400Kg/180mm/375mm
ITEM	CANT.	DESCRIPCION

ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSION	PROYECTO : SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION		DISEÑO: U. C. J.		
	TITULO : ESTRUCTURA ANCLAJE Y DERIV. VANO FLOJO - TS'		REVISADO: J. Y. M.		
DISTRITO : EL VALOR	PROVINCIA : UTCUBAMBA	DEPARTAMENTO : AMAZONAS	ESCALA : S/E	FECHA : ENE. - '08	LÁMINA Nº: 05

**VISTA LATERAL****VISTA FRONTAL**

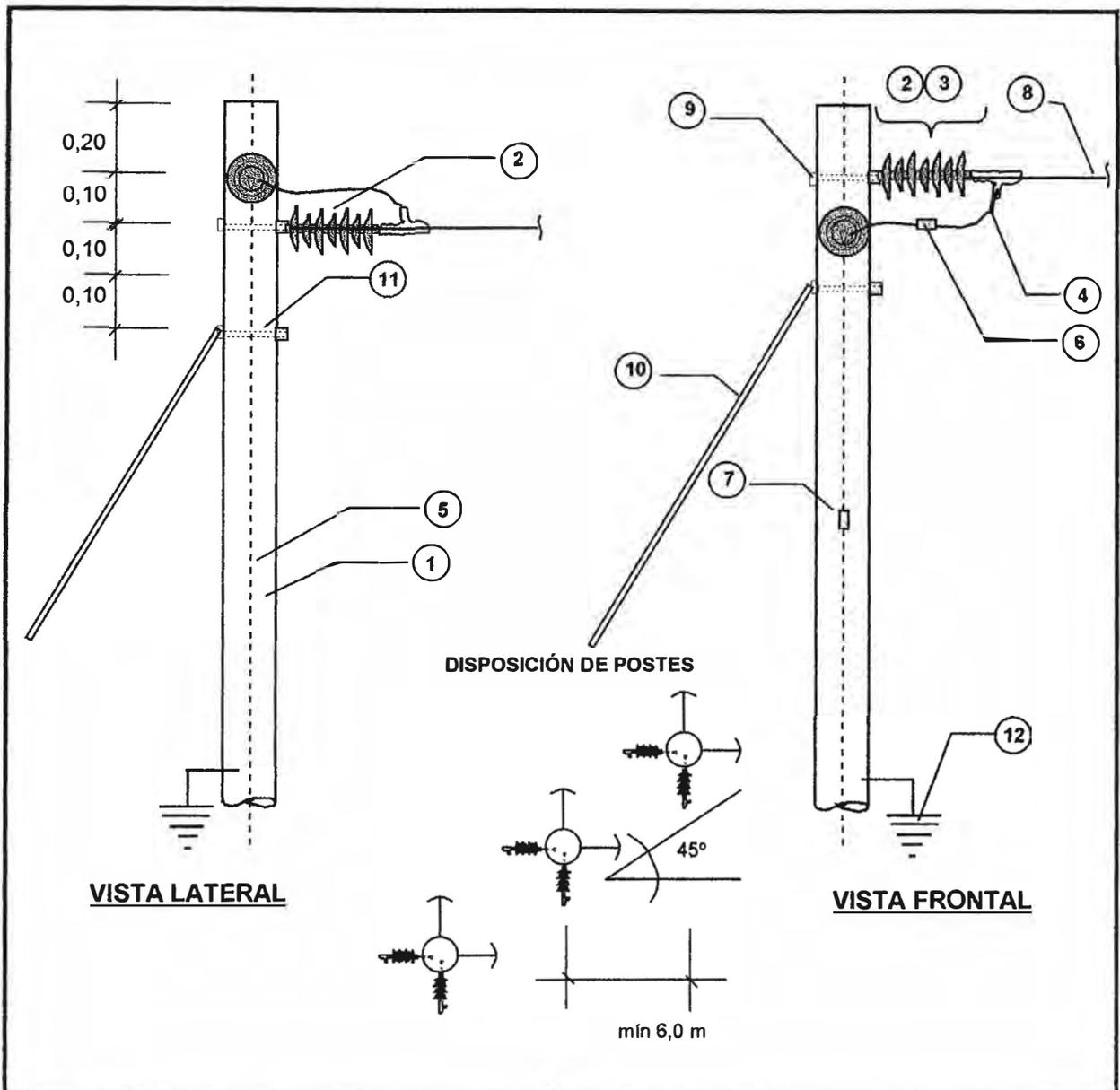
10	01 u.	VARILLA ROSCADA DE AoGo. DE 16 mm Ø X 457 mm DE LONGITUD
9	06 u.	CONECTOR DE ALUMINIO TIPO CUÑA DE 50/50 mm ²
8	01 c.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA CON ELECTRODO VERTICAL Y CONDUCTOR DE Cu. 35 mm ²
7	MED.	CONDUCTOR DE ALEAC. ALUMINIO TIPO 6201, DESNUDO, CABLEADO - 50 mm ²
6	02 j.	RETENIDA TIPO SIMPLE PARA MEDIA TENSION
5	01 c.	CORTOCIRCUITO MASAS METALICAS - CONDUCTOR COBRE RECOCIDO - 35 mm ²
4	06 j	AISLADOR SUSP. POLIMÉRICO EPCI 25kV + FERRETERÍA COMPLETA.
3	01 j.	AISLADOR PÍN DE PORCELANA CLASE 56-3 + ESPIGA COMPLETA
2	01 u	CRUCETA C.A.V. TIPO Z/1,50/400Kg/220mm Ø
1	01 u	POSTE C.A.C. 13/400Kg/180mm/375mm
ITEM	CANT.	DESCRIPCION

ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSION	PROYECTO : SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION	DISEÑO: U. C. J.
	TÍTULO : ESTRUCTURA TIPO ROMPETRAMO 3Ø - R3	REVISADO: J. Y. M.
DISTRITO : EL VALOR	PROVINCIA : UTCUBAMBA	DEPARTAMENTO : AMAZONAS
	ESCALA : S/E	FECHA : ENE. - '08
		LÁMINA N°: 06



ITEM	CANT.	DESCRIPCION
8	06 u.	CONECTOR DE ALUMINIO TIPO CUÑA DE 50/50 mm ²
7	03 c.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA CON ELECTRODO VERTICAL Y CONDUCTOR DE Cu. 35 mm ²
6	MED.	CONDUCTOR DE ALEAC. ALUMINIO TIPO 6201, DESNUDO, CABLEADO - 50 mm ²
5	06 J.	RETENIDA TIPO SIMPLE PARA MEDIA TENSION
4	03 c.	CORTOCIRCUITO MASAS METALICAS - CONDUCTOR COBRE RECOCIDO - 35 mm ²
3	06 J.	AISLADOR SUSP. POLIMÉRICO EPCI 25KV + FERRETERÍA COMPLETA.
2	03 J.	AISLADOR PÍN DE PORCELANA CLASE 56-3 + ESPIGA COMPLETA
1	03 u.	POSTE C.A.C. 13/400Kg/180mm/375mm

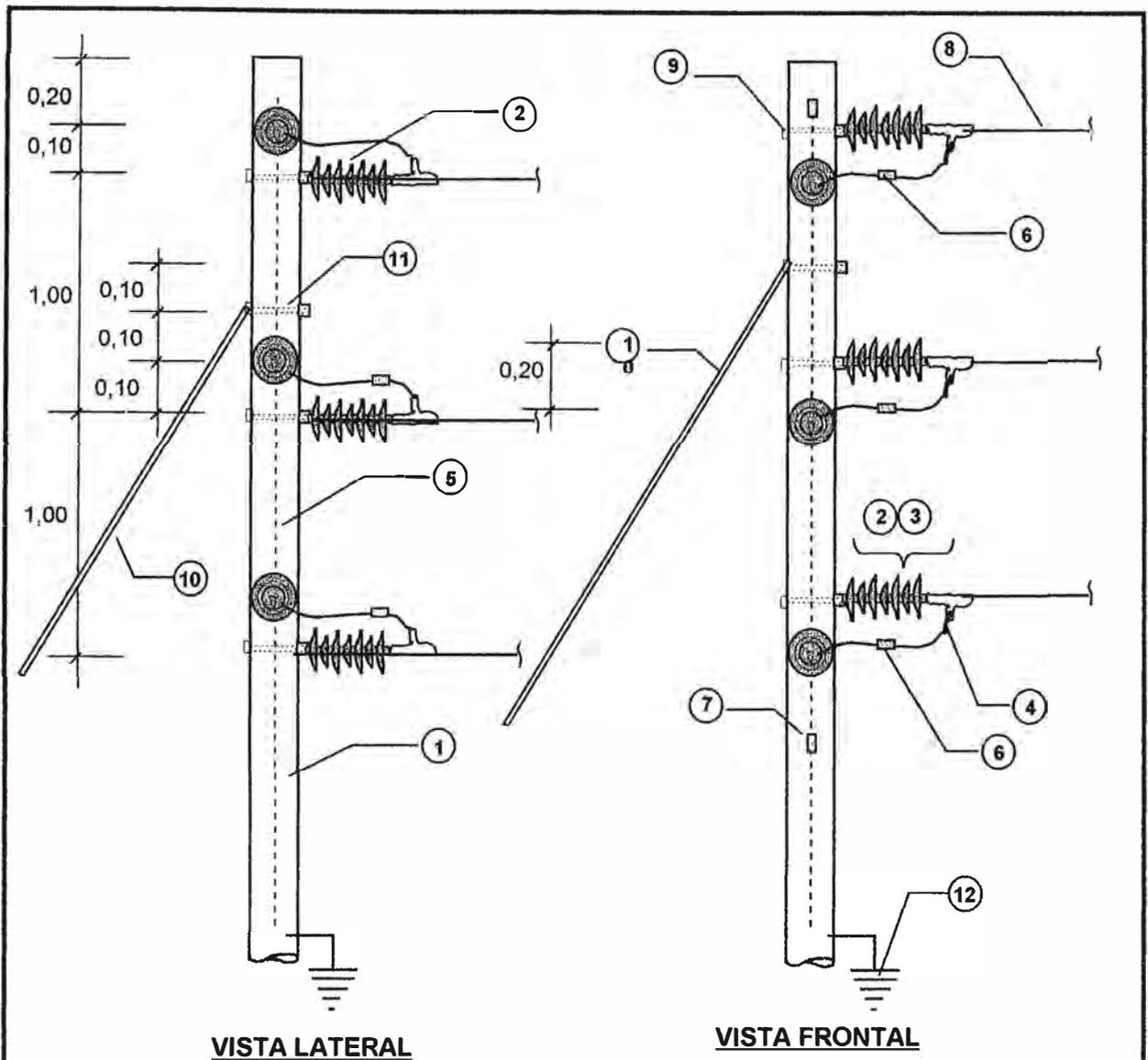
ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSION	PROYECTO : SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION		DISEÑO: U. C. J.		
	TÍTULO : ESTRUCTURA DE RETENCIÓN TIPO 3R3-0		REVISADO: J. Y. M.		
DISTRITO : EL VALOR	PROVINCIA : UTCUBAMBA	DEPARTAMENTO : AMAZONAS	ESCALA : S/E	FECHA : ENE. - '08	LÁMINA N°: 07



6	06 u	CONECTOR CUÑA AMPACT 50/50 mm ² PARA A/AI	12	03 c	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN M. T.
5	03 c	CORTOCIRCUITO MASAS METALIC. Cu. 35 mm ²	11	06 c	PERNO ANGULAR P/RET. AoGo. 5/8" Ø x 10"
4	06 u	CINTA PLANA DE ARMAR DE AI. 0,007 x 1,50 m.	10	06 u	RETENIDA MT, TIPO SIMPLE COMPLETA
3	06 c	FERRET. AoGo. PARA AISLADOR POLIMÉRICO	9	09 u	PLANCHA Cu. "J" PARA TOMA DE TIERRA
2	06 u	AISLADOR POLIMÉRICO - 25 kV	8	MET.	CONDUCTOR AAI-6201 50 mm ² - FASES
1	03 u	POSTE C.A.C. 13/400Kg/180mm/375mm	7	03 u	CONECTOR CUÑA 35/35 mm ² PARA Cu/Cu

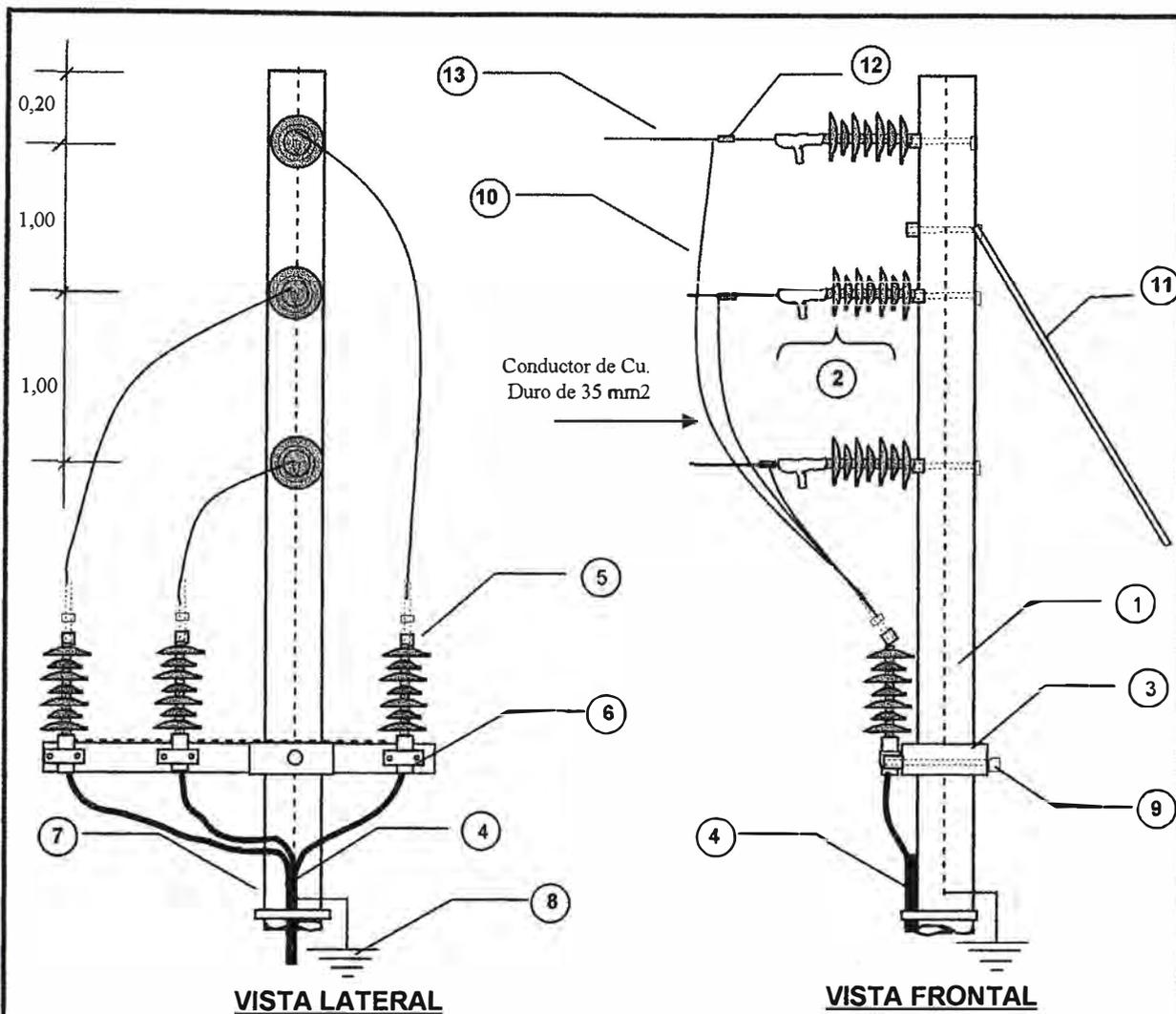
ITEM	CANT	DESCRIPCION	ITEM	CANT.	DESCRIPCION
------	------	-------------	------	-------	-------------

ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSION	PROYECTO : SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION				DISEÑO: U. C. J.
	TÍTULO : : ESTRUCTURA ÁNGULO - ARMADO TIPO 3A3-0				REVISADO: J. Y. M.
DISTRITO : EL VALOR	PROVINCIA : UTCUBAMBA	DEPARTAMENTO : AMAZONAS	ESCALA : S/E	FECHA : ENE. - '08	LÁMINA N°: 08



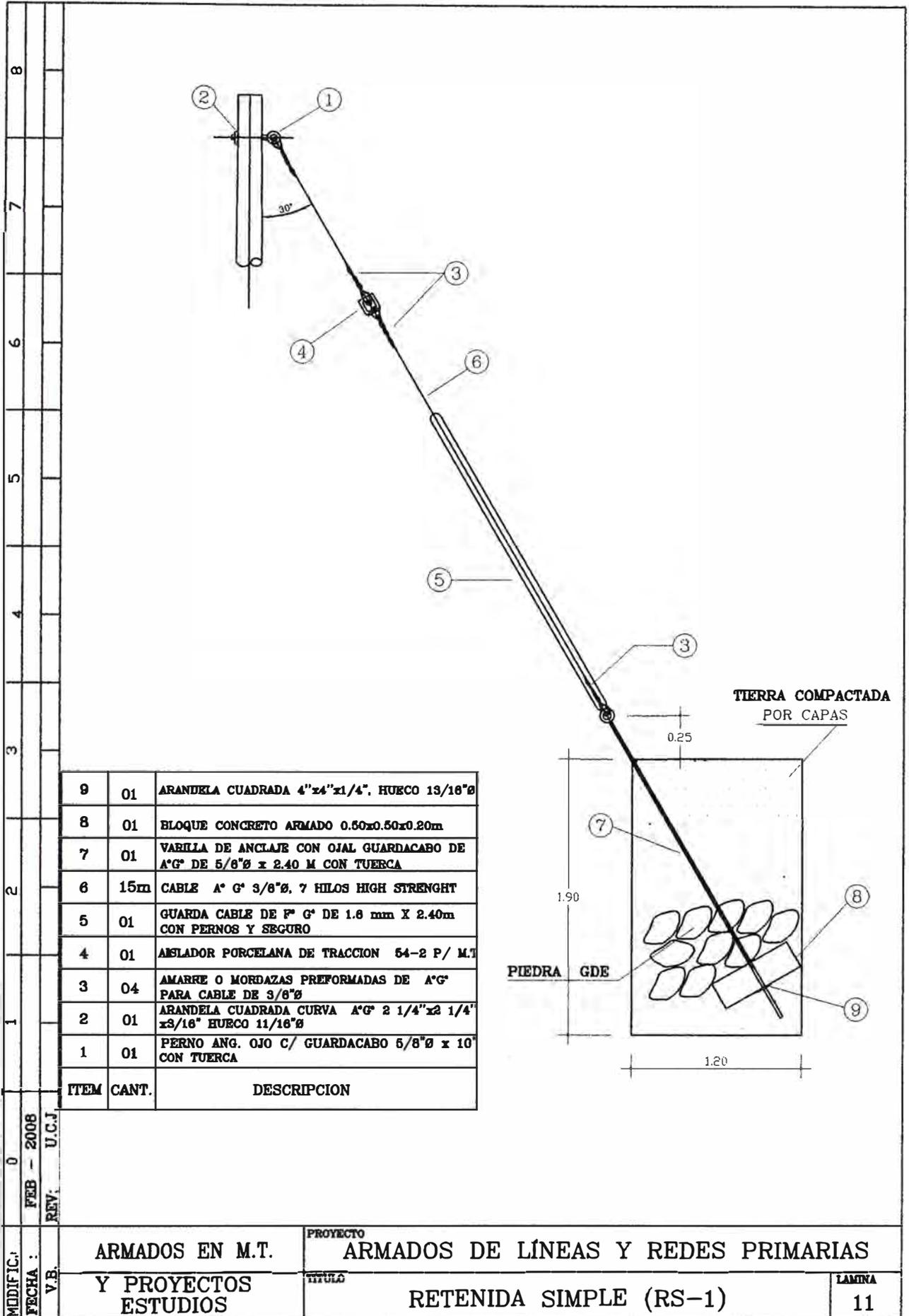
6	06 u	CONECTOR CUÑA AMPACT 50/50 mm ² PARA Al/Al	12	01 c	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN M. T.
5	01 c	CORTOCIRCUITO MASAS METALICAS - Cu. - 35 mm ²	11	02 c	PERNO ANGULAR P/RET. Aço. DE 5/8" Ø x 10"
4	02 u	CINTA PLANA DE ARMAR DE Al. DE 0,007 x 1,50 m.	10	02 u	RETENIDA MT, TIPO SIMPLE COMPLETA
3	06 c	FERRET. P/AISL. POLIMÉRICO (GRAPA + P. OJO)	9	07 u	PLANCHA DE Cu. "J" PARA TOMA DE TIERRA
2	06 u	AISLADOR POLIMÉRICO - 25 kV	8	MET.	CONDUCTOR AAl-6201 50 mm ² - FASES
1	01 u	POSTE C.A.C. 13/400Kg/180mmv375mm	7	02 u	CONECTOR TIPO CUÑA 35/35 mm ² PARA Cu/Cu
Nº	CAN	DESCRIPCION	Nº	CAN	DESCRIPCION

ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSION	PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION				PROYECT.: U. C. J.
	TITULO : ESTRUCTURA ÁNGULO 60°-90° - ARMADO TIPO A3				REVISADO: J. Y. M.
DISTRITO : EL VALOR	PROVINCIA : UTCUBAMBA	DEPARTAMENTO : AMAZONAS	ESCALA : S/E	FECHA : ENE. - '08	LÁMINA Nº: 09



13	MED.	CONDUCTOR DE ALEAC. ALUMINIO TIPO 6201, CABLEADO, DESNUDO - 50 mm ²
12	03 c.	CONECTOR AMPACT TIPO CUÑA DE 35/50 mm ²
11	01 c.	RETENIDA TIPO SIMPLE PARA MEDIA TENSÓN
10	15 m.	CONDUCTOR DE Cu. 35 mm ² , CABLEADO, DESNUDO, TEMPLE DURO.
9	01 u.	VARILLA ROSCADA DE AoGo. DE 16 mm Ø x 457 mm. LONG.
8	01 c.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA CON ELECTRODO VERTICAL Y CONDUCTOR DE Cu. 35 mm ²
7	05 c.	FLEJES DE AoGo. CINTA BAND IT DE 19 mm. DE ANCHO; INCLUYE HEBILLAS
6	03 c.	ABRAZADERA PARTIDA DE AoGo. SOPORTE DE TERMINACIÓN TIPO EXTERIOR - 30 kV
5	01 c.	TERMINACIÓN EXTERIOR DE 30 kV (3 FASES UNIPOLARES) PARA CABLE N2XSY DE 3 - 1 x 50 mm ²
4	65 m.	CABLE DE ENERGÍA TIPO SUBTERRÁNEO N2XSY DE 18/30 kV DE 3 - 1 x 50 mm ²
3	01 u.	CRUCETA DE C.A.V. TIPO ASIMÉTRICAS Za/1,50m/250Kg.
2	03 j.	AISLADOR SUSP. POLIMÉRICO EPCI 25kV + FERRETERÍA DE AoGo.
1	01 u.	POSTE C.A.C. 13/400Kg/180mm/375mm
ITEM	CANT.	DESCRIPCION

ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSÓN	OBRA :	SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9 kV	DISEÑO: U. C. J.		
	TÍTULO :	ESTRUCTURA ANCLAJE + CABLE N2XSY TIPO PVT	REVISADO: J. Y. .M.		
DISTRITO : EL VALOR	PROVINCIA : UTCUBAMBA	DEPARTAMENTO : AMAZONAS	ESCALA : S/E	FECHA : ENE. - '08	LAMINA N°: 10

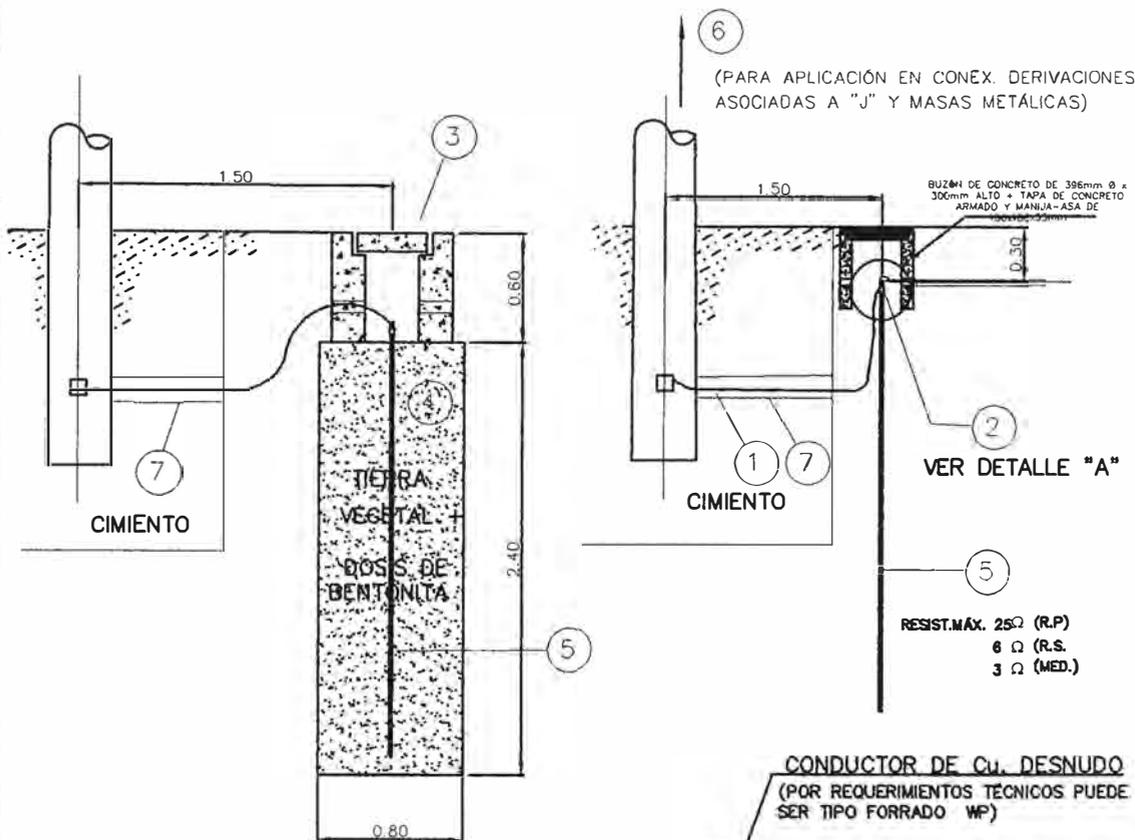


ITEM	CANT.	DESCRIPCION
9	01	ARANDELA CUADRADA 4"x4"x1/4", HUECO 13/16"Ø
8	01	ELOQUE CONCRETO ARMADO 0.50x0.50x0.20m
7	01	VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL GUARDACABO DE A"G DE 5/8"Ø x 2.40 M CON TUERCA
6	15m	CABLE A" G 3/8"Ø, 7 HILOS HIGH STRENGHT
5	01	GUARDA CABLE DE F" G DE 1.6 mm X 2.40m CON PERNOS Y SEGURO
4	01	ANCLADOR PORCELANA DE TRACCION 54-2 P/ M.T
3	04	AMARRE O MORDAZAS PREFORMADAS DE A"G PARA CABLE DE 3/8"Ø
2	01	ARANDELA CUADRADA CURVA A"G 2 1/4"x2 1/4"x3/16" HUECO 11/16"Ø
1	01	PERNO ANG. OJO C/ GUARDACABO 5/8"Ø x 10" CON TUERCA
ITEM	CANT.	DESCRIPCION

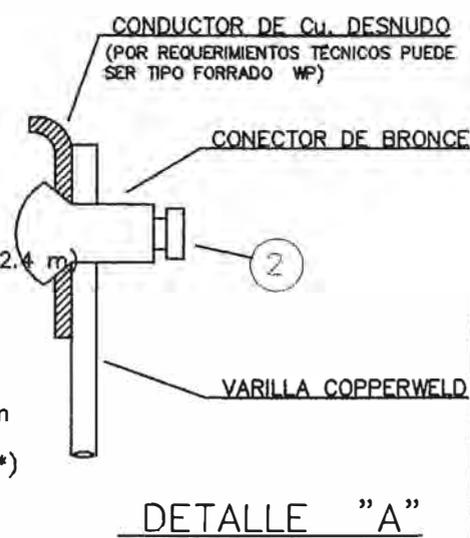
MODIFIC.:
 FECHA : FEB - 2008
 V.B. REV. U.C.J.

ARMADOS EN M.T.	PROYECTO	ARMADOS DE LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS
Y PROYECTOS ESTUDIOS	TÍTULO	RETENIDA SIMPLE (RS-1)
	LÁMINA	11

PUESTA A TIERRA PARA POSTE M.T. Y SS.EE.

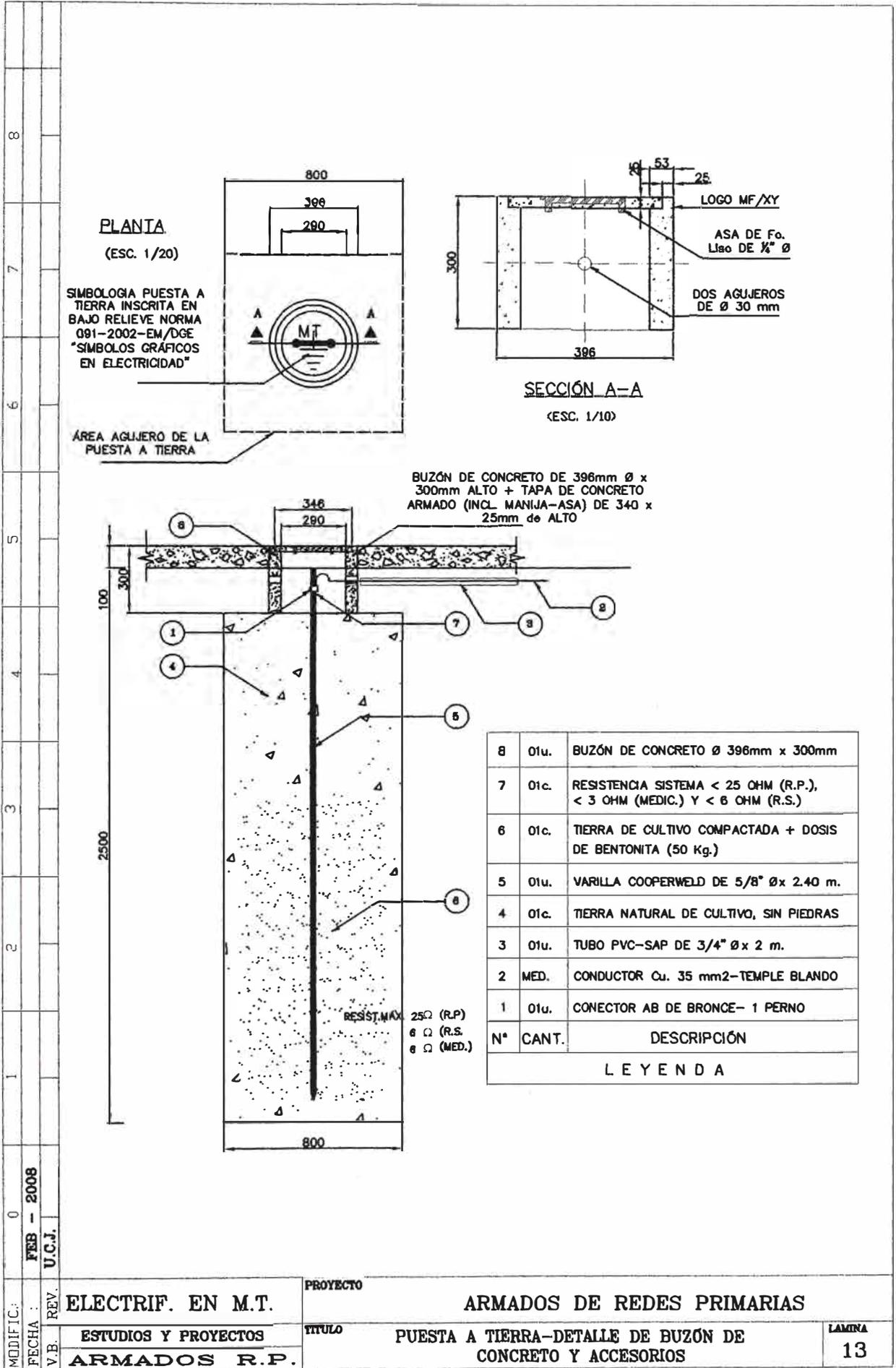


7	2 m	TUBO PVC-SAP DE 3/4" Ø
6	01	CONECT. DER.CUÑA T/AMPAC 35/35mm ²
5	01	VARILLA COPPERWELD Ø 16 mm (5/8" x 2.4 m)
4	02	BENTONITA (50 Kg) + TIERRA VEGETAL
3	01	CAJA DE CONCRETO ARMADO P/PUESTA SECCIÓN CIRCULAR
2	01	CONECTOR DE BRONCE VARILLA Ø 16 mm
1	18m	CONDUCTOR DE Cu DESNUDO -35mm ² (*)
ITEM	CANT.	DESCRIPCION

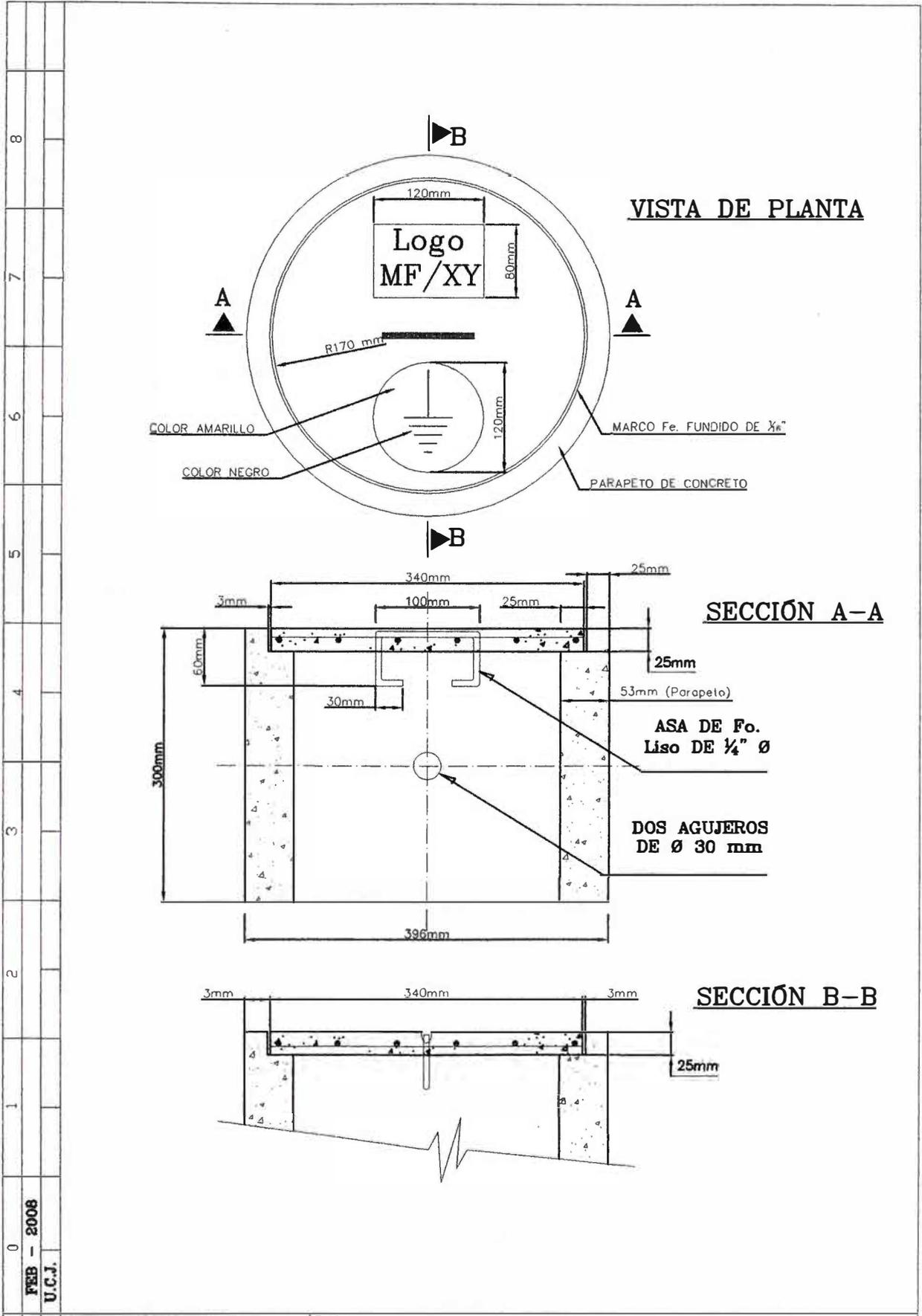


(*) : POR REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PUEDE SER FORRADO TIPO WP.

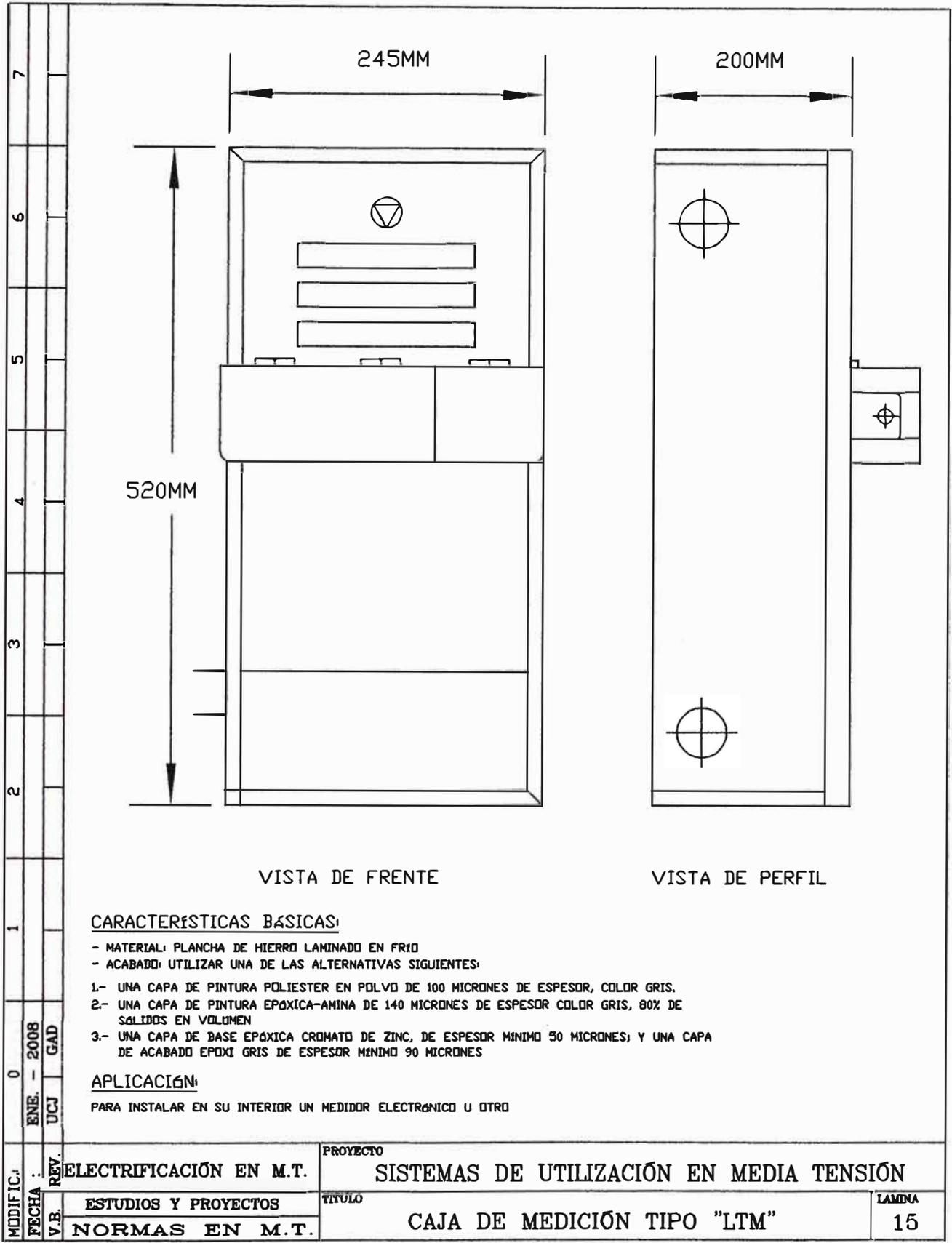
MODIFIC.: 0	FECHA : FEB - 2008	PROYECTO	ARMADOS DE REDES PRIMARIAS
V.B. REV.	U.C.J.	TÍTULO	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - M.T.
			LAMINA 12
ELECTRIF. EN M.T.		ARMADOS R.P.	
ESTUDIOS Y PROYECTOS			



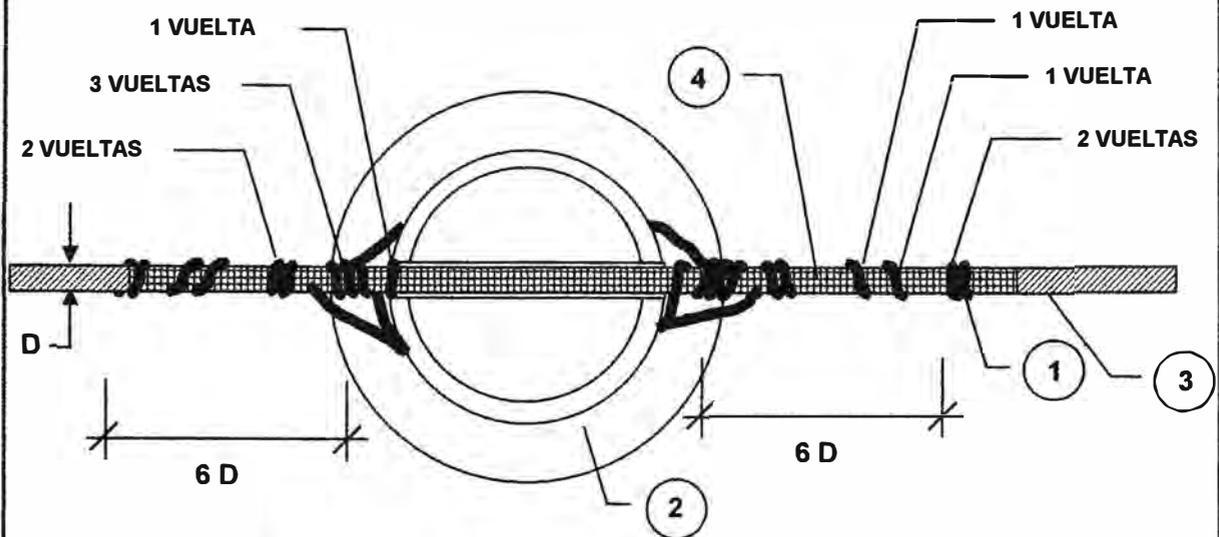
MODIFIC.: 0	FECHA: FEB - 2008	PROYECTO	ARMADOS DE REDES PRIMARIAS
V.B. REV. U.C.J.		TÍTULO	
ELECTRIF. EN M.T.		PUESTA A TIERRA-DETALLE DE BUZÓN DE CONCRETO Y ACCESORIOS	
ESTUDIOS Y PROYECTOS		LÁMINA	13
ARMADOS R.P.			



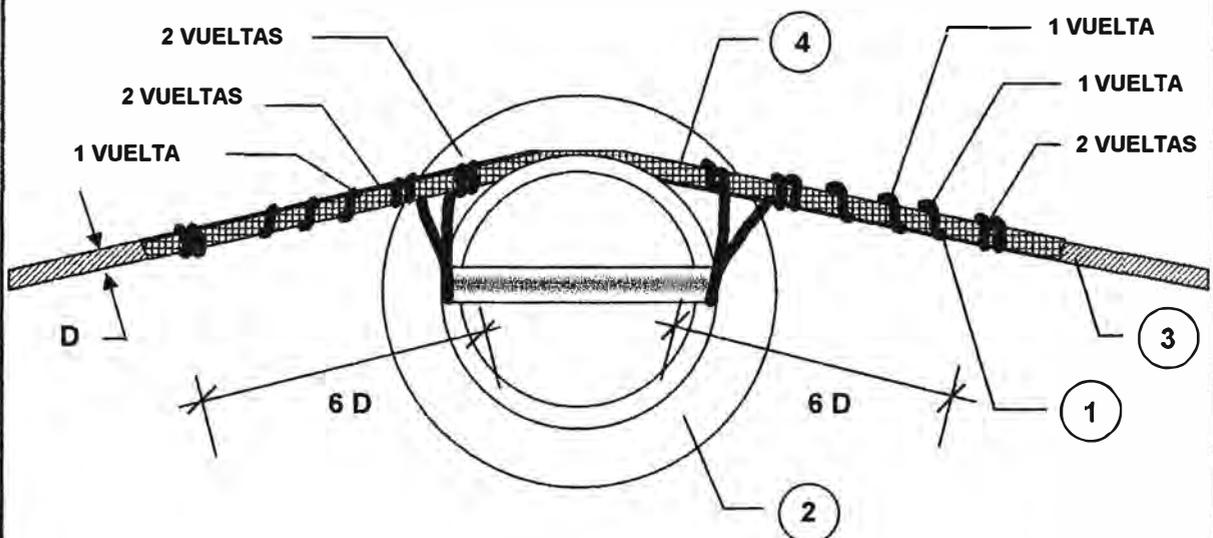
MODIFICACIONES:	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FECHA:	FEB - 2008								
V.B. REV.:	U.C.J.								
ELECTRIF. EN M.T.		PROYECTO							
ESTUDIOS Y PROYECTOS		ARMADOS DE REDES PRIMARIAS							
ARMADOS R.P.		TITULO						LAMINA	
		DETALLE DE TAPA DE CONCRETO PARA BUZÓN DE PUESTA A TIERRA						14	



AMARRE DE AISLADOR – ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO

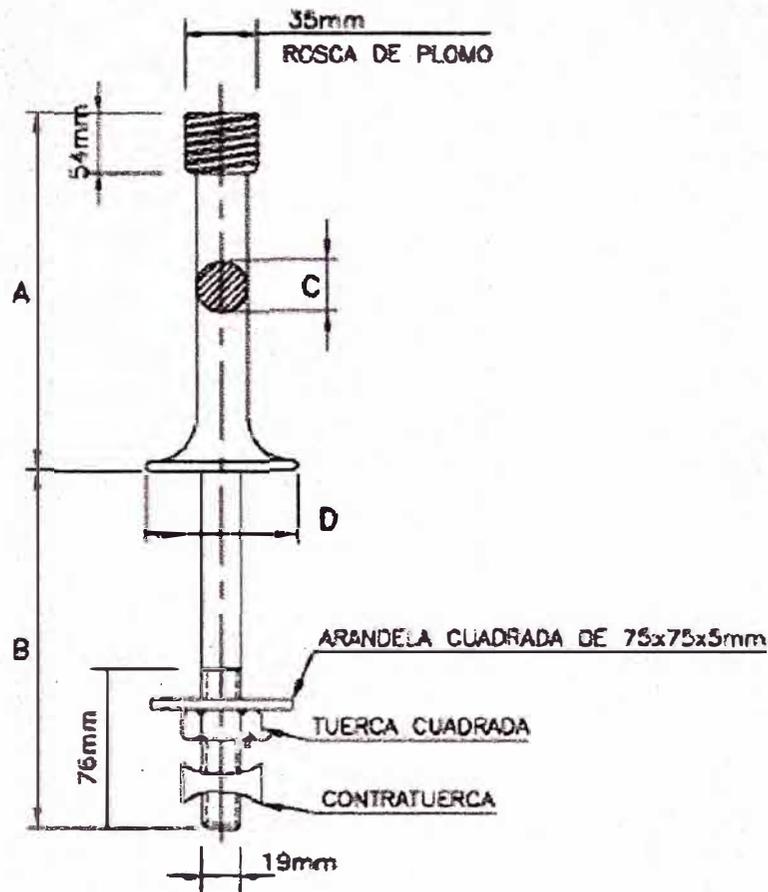


AMARRE DE AISLADOR – ESTRUCTURA DE ANGULO ($\alpha < 10^\circ$)

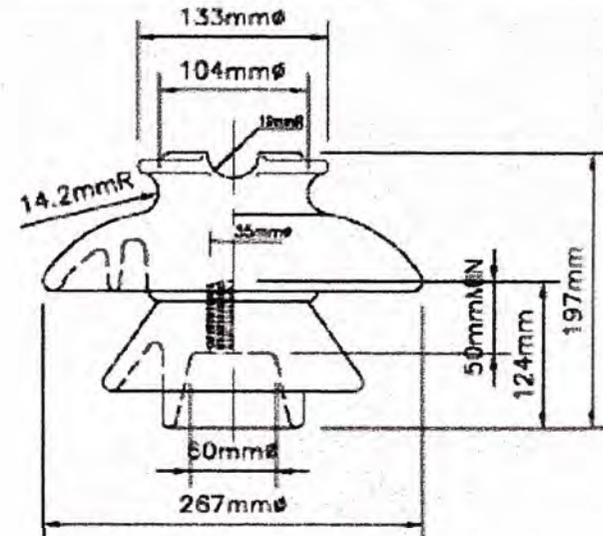


4	1 c	VARILLA DE ARMAR TIPO SIMPLE DE ALEAC. ALUMINIO DE 50 mm ²
3	MED.	CONDUCTOR DE ALEAC. ALUMINIO TIPO 6201, DESNUDO DE 50 mm ²
2	1 u	AISLADOR TIPO PIN DE PORCELANA CLASE ANSI 56-3
1	2.0m	CONDUCTOR DE ALUMINIO GRADO ELECTR., SÓLIDO DE 6 mm ²
ITEM	CANT	DESCRIPCION

ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSION	PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION				
	LÁMINA : AMARRE TÍPICO DE AISLADOR TIPO PIN				
ESTUDIOS Y PROYECTOS	DISEÑO: U. C. J.	REVISO: J. Y. M.	ESCALA : S/E	FECHA : ENE. – '08	LAMINA Nº 16



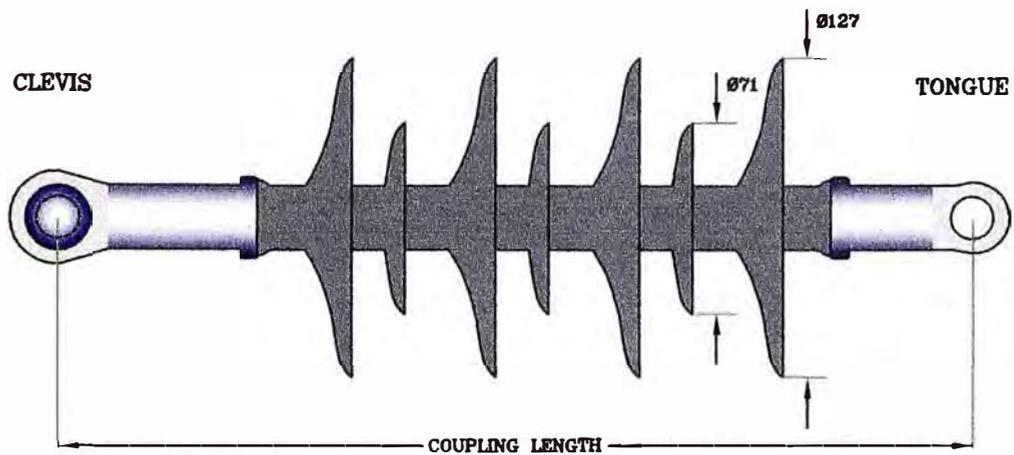
ESPIGAS PARA CRUCETA



**AISLADOR TIPO PIN
CLASE ANSI 56-3**

DIMENSIONES			
DIMENS.	ESPIGA PARA AISLADOR		
	ANSI 56-2	ANSI 56-3	ANSI 56-4
A (mm)	229	229	254
B (mm)	178	178	178
C (mm)	25,0	28,6	28,6
D (mm)	45	51	75

ELECTRIFICACIÓN M. T.	PROYECTO: LÍNEAS Y REDES EN MEDIA TENSIÓN		
	TÍTULO: DETALLES TÉCNICOS AISLADOR TIPO «PÍN» CL. 56-3 Y ESPIGA DE AoGo.		
ESTUDIOS Y PROYECTOS	DISEÑO: U. C. J.	ESCALA: S/E	FECHA: FEB. - '08
			LÁMINA N°: 17



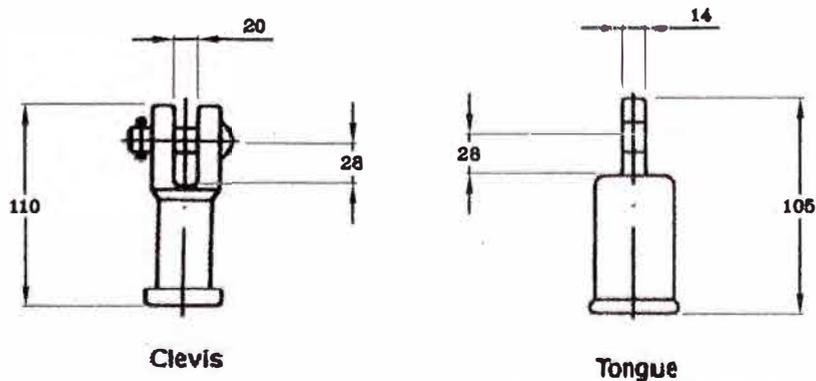
TECHNICAL CHARACTERISTICS:

70 kN MAXIMUM DESIGN LOAD (TENSION)
TESTED ACORDING TO: IEC 383; IEC 61109

CATALOGUE NUMBER	CATAL. ALTERN.	N° OF SHEDS	USUAL SYSTEM VOLT. (kV)	APPROX. DIMENSIONS (mm)			ELECTRICAL RATINGS (kV)				RIV. @ 1MHz		APPR. NET WEIGHT (Kg)
				COUPL. LENGTH	LEAKAGE DISTANCE	DRY ARC DIS-TANCE	POWER FREQ.		IMPULSE FLASHOVER		TEST VOLT (kV)	MAX. μV	
							DRY	WET	POS.	NEG.			
DEE-11/70CT	EPCI-11kV	3	11	318	340	130	60	54	120	130	11	5	0.8
DEE-15/70CT	EPCI-15kV	4	15	358	440	170	70	64	150	160	15	5	0.9
DEE-25/70CT	EPCI-25kV	7	25	458	680	270	110	100	200	210	25	5	1.3
DEE-36/70CT	EPCI-36kV	9	36	588	1010	400	160	140	280	300	36	5	1.5

CAT. REFERENCE: COMERCIAL LIBRA LTDA.
www.librapasquali.el

CONFIGURATION OF END-FITTINGS:



MODIFIC.:
FECHA : ENE.-2008
REV.: UCJ

DETALLE ARMADOS M.T.

PROYECTO

RED PRIMARIA EN 22,9 kV

ESTUDIOS Y PROYECTOS

TITULO

AISLADOR POLIMÉRICO SUSP. - 25 kV

LAMINA

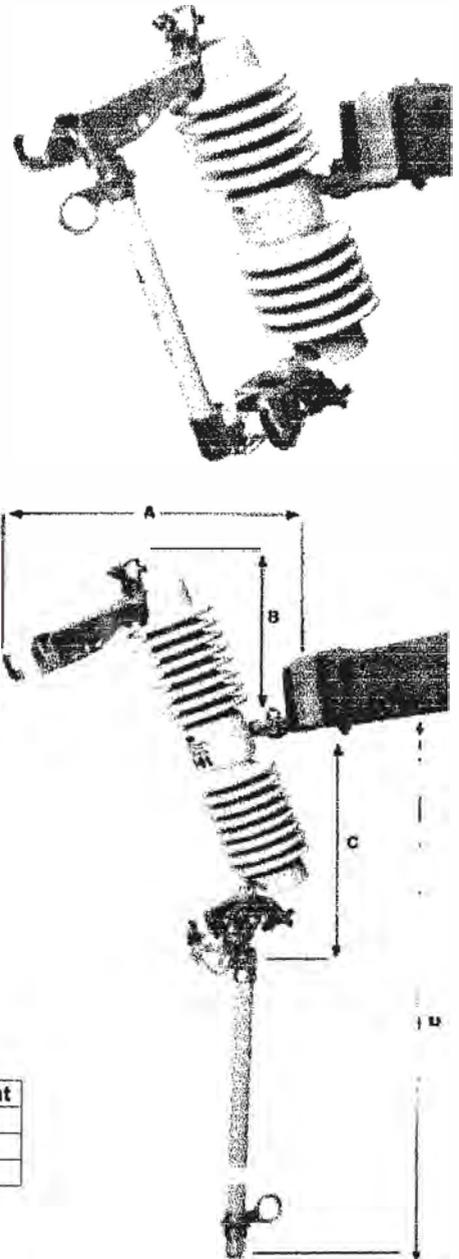
18

SECCIONADOR FUSIBLE TIPO EXPULSIÓN (CUT OUT)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CARACTERÍSTICAS	UND.	VALOR REQU.
SECCIONADOR FUSIBLE TIPO EXPULSIÓN		
Modelo		Cut Out
Norma		ANSI C-37.40/41/42
Corriente Nominal	A	100
Tensión Nominal	kV	27
Corriente de Cortocircuito Asimétrica (mín.)	kA	8
Requerimientos Eléctricos		
Nivel Básico de Aislamiento (BIL), entre fase y tierra	kV	150
Tensión de sosten. a frec. Industrial; en seco, 1 min.	kV	70
Tensión de sosten. frec. Industrial; en húmedo, 10 s.	kV	60
Material aislante - cuerpo del seccionador.		Porcelana
Long. línea de fuga mín. (Fase-Tierra)	mm/kV	20
Material de Contactos		Cu. Electrol. Plateado
Material de Bornes		Cobre estañado
Rango de conductor (Ø)	mm	4.11-11.35
Fusible		
Norma		ANSI C-37.40/41/42
Tipo		K
Corriente Nominal	A	(*) Conforme requerim.
Tubo porta fusible		
Norma		ANSI C-37.40/41/42
Tensión Nominal	kV	38
Corriente Nominal	A	100
Corriente de cortocircuito simétrica	kA	5
Accesorios de fijación		
Tipo de fijación		B
Material		Acero
Norma de material		ASTM A575
Norma de Galvanizado		ASTM A 153
Espesor galvanización mín.	gr/cm ²	600

kV BIL	A	B	C	D	Net Weight
125	430 mm	190 mm	245 mm	600 mm	9,50 Kg.
150	430 mm	190 mm	245 mm	675 mm	12,0 Kg.
170	440 mm	230 mm	290 mm	715 mm	14,0 Kg.



ELECTRIFICACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	PROYECTO: ARMADOS DE LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS EN MEDIA TENSIÓN			LAMINA N°: 19
	TÍTULO: DETALLES - SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT			
ESTUDIOS Y PROYECTOS	DISEÑO: U. C. J.	REVISADO: U. C. J.	ESCALA : S/E	FECHA : ENE - '08

ANEXOS

ANEXO A
EVALUACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO

SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22, 9 kV - ESTACIÓN N° 07 OLEODUCTO NORPERUANO

PROYECCION DE LA DEMANDA

CARGA ESPECIAL: ESTACIÓN N° 07

AÑO	N°	POTENCIA INSTAL. (KW)	FACT. DEMANDA HP	FACT. DEMANDA HFP	FACT. SIMUL.	F.C. HP	F.C. HFP	U1 HP (HORAS)	U2 HFP (HORAS)	CONS. NETO INDUS. HP (KW-H/ABON)	CONS. NETO INDUS. HFP (KW-H/ABON)
2007	0	350	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	179 961	854 814
2008	1	350	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	179 961	854 814
2009	2	600	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	308 504	1 465 396
2010	3	600	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	308 504	1 465 396
2011	4	600	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	308 504	1 465 396
2012	5	600	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	308 504	1 465 396
2013	6	600	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	308 504	1 465 396
2014	7	600	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	308 504	1 465 396
2015	8	600	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	308 504	1 465 396
2016	9	600	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	308 504	1 465 396
2017	10	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2018	11	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2019	12	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2020	13	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2021	14	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2022	15	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2023	16	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2024	17	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2025	18	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2026	19	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861
2027	20	800	0,720	0,900	1,00	0,90	0,90	714	2 714	411 339	1 953 861

ANEXO A (Cont.)
EVALUACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO

SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22, 9 kV - ESTACIÓN Nº 07 OLEODUCTO NORPERUANO

PROYECCION DE LA DEMANDA

CARGA ESPECIAL:

ESTACIÓN Nº 07

AÑO	Nº	K1 PERDIDAS HP	K2 PERDIDAS HFP	CONS. BRUT. INDUS. HP (KW-H)	CONS. BRUT. INDUS. HFP (KW-H)	CONS. BRUTO INDUS. TOTAL (KW-H)	MAXIMA DEMANDA HP (KW)	MAXIMA DEM. LEÍDA HFP (KW)	MAXIMA DEM. NETA HFP (KW)
2007	0	17 996	85 481	197 957,0	940 295,5	1 138 252,5	277,2	346,5	315,0
2008	1	17 996	85 481	197 957,0	940 295,5	1 138 252,5	277,2	346,5	315,0
2009	2	30 850	146 540	339 354,8	1 611 935,2	1 951 290,0	475,2	594,0	540,0
2010	3	30 850	146 540	339 354,8	1 611 935,2	1 951 290,0	475,2	594,0	540,0
2011	4	30 850	146 540	339 354,8	1 611 935,2	1 951 290,0	475,2	594,0	540,0
2012	5	30 850	146 540	339 354,8	1 611 935,2	1 951 290,0	475,2	594,0	540,0
2013	6	30 850	146 540	339 354,8	1 611 935,2	1 951 290,0	475,2	594,0	540,0
2014	7	30 850	146 540	339 354,8	1 611 935,2	1 951 290,0	475,2	594,0	540,0
2015	8	30 850	146 540	339 354,8	1 611 935,2	1 951 290,0	475,2	594,0	540,0
2016	9	30 850	146 540	339 354,8	1 611 935,2	1 951 290,0	475,2	594,0	540,0
2017	10	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2018	11	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2019	12	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2020	13	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2021	14	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2022	15	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2023	16	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2024	17	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2025	18	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2026	19	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0
2027	20	41 134	195 386	452 473,0	2 149 247,0	2 601 720,0	633,6	792,0	720,0

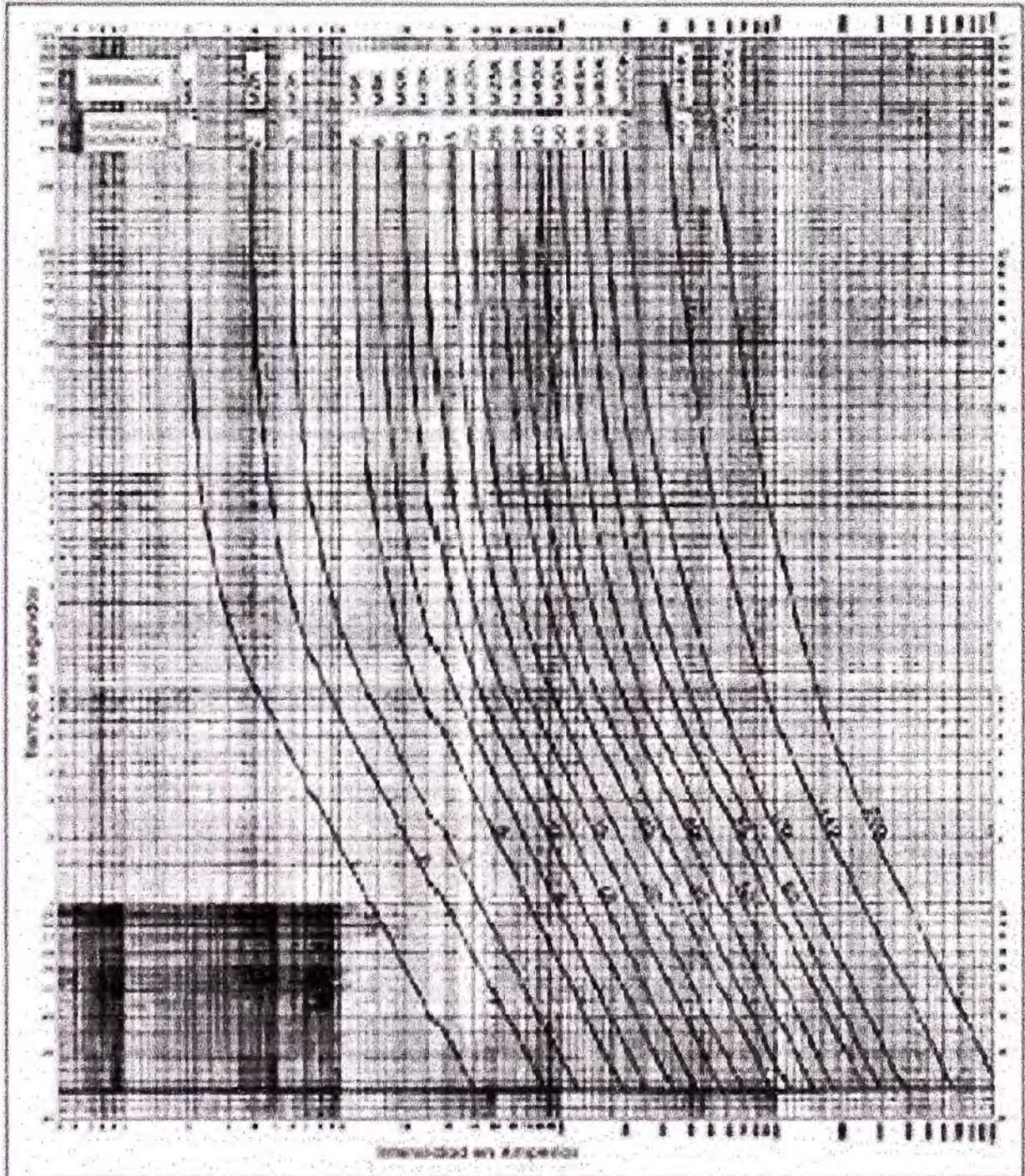
ANEXO B
NORMA IEC 60815

ITEM	NIVEL DE CONTAMINACIÓN	DISTANCIA NOMINAL DE FUGA (mm/kV)
01	Ligero	16
02	Medio	20
03	Pesado	25
04	Muy Pesado	31
05	Extremadamente Pesado	40
06	Casos Excepcionales	50

ITEM	CARACTERÍSTICAS TÍPICAS
01	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas sin industrias y con baja densidad de casas equipadas con artefactos de calor. - Áreas con baja densidad de industrias o de casas pero sujetas a vientos habituales y/o lluvias. - Áreas agrícolas. - Áreas montañosas. <p>Todas esas áreas se situarán en las llanuras: 10 km a 20 km del mar y no se expondrán directamente a los vientos del mar.</p>
02	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas industriales particularmente no productoras de humos contaminantes y/o casas con baja densidad de artefactos caloríficos. - Áreas con la alta densidad de casas y/o industrias pero sujeto a frecuentes vientos y/o lluvias. - Áreas expuestas a vientos del mar, pero no cerca de la costa (en varios kilómetros de distancia).
03	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas con alta densidad de industrias y grandes ciudades con alta densidad de equipos para calentar que producen polución. - Áreas cerca del mar o en todo caso expuesto a los vientos relativamente fuerte del mar.
04	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas generalmente de moderada extensión, sujeto a los polvos conductivos y al humo industrial particularmente produciendo depósitos conductivos. - Áreas generalmente de moderada extensión muy cerca de la costa y expuestos a saltos del mar o a los vientos muy fuertes y contaminantes del mar. - Áreas desérticas, caracterizadas por ausencia de lluvias para periodo largos, expuestos a la arena que llevan vientos fuerte y salados, y sujeto a la condensación regular.
05	- Áreas que superan las características indicadas para el ITEM 04.
06	- Para Casos Excepcionales, que merecen de un exhaustivo análisis (cualitativo y cuantitativo), de parte del Proyectista.

ANEXO C

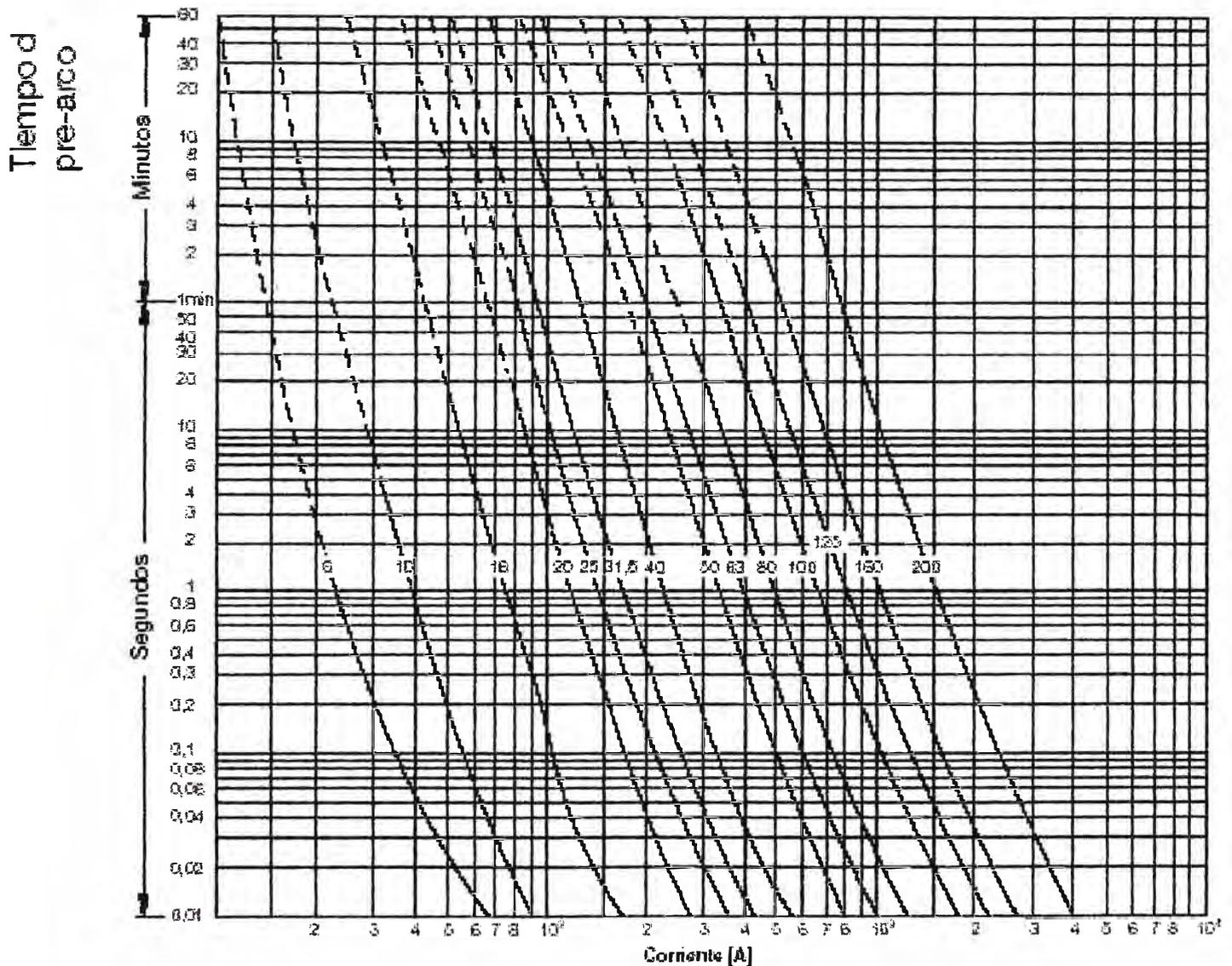
CURVA DE CORRIENTE - TIEMPO DE FUSIÓN «FUSIBLES TIPO K»



Conforme a Normas: IEEE C.37.42-1994 y ANSI C37.42

ANEXO D

CURVA DE CORRIENTE – TIEMPO DE FUSIÓN «FUSIBLES TIPO CEF»



Conforme a los cálculos de corriente máxima y corriente Inrush, se selecciona la corriente nominal del Fusible tipo CEF: $I_n = 63$ A.

Para protección de transformadores de potencia, se selecciona con $I_n \leq 1,5 \times I$, con la excepción de poderse utilizar el inmediatamente superior de valor estandarizado; entonces $I_n = 40$ A.

CONCLUSIONES

1. Siguiendo la filosofía planteada en el presente Estudio, se tendrá un servicio eléctrico seguro, confiable y de calidad; lo cual se logra con los adecuados equipos de protección; que sin llegar a ser excesivos ni onerosos, brindarán un mejor servicio.
2. Estos equipos permitirán clarificar las fallas en el mínimo tiempo y también permitirá preservar las instalaciones de la Empresa Concesionaria ante las Fallas a Tierra, para los cual deberán actuar las protecciones, no permitiendo que estas fallas se propaguen “aguas arriba” de las redes existentes.
3. Al ser reemplazada la utilización de la energía propia de la Estación de Bombeo con la energía proveniente de un Sistema Aislado, con costos regulados por la CTE; de acuerdo a los análisis económicos desarrollados, se confirma la rentabilidad del Proyecto y se logrará optimizar los costos que actualmente se incurren.
4. Debe resaltarse que los Análisis Económicos han sido elaborados para las condiciones más críticas, es decir se considera como costos de energía comprada los estructurados en base a la máximas potencia y energías proyectadas; mientras que permanece constante (para efectos de análisis comparativo) los costos que se incurren utilizando su energía propia.

BIBLIOGRAFÍA

La presente Bibliografía corresponde a los documentos y textos que se han consultado y/o utilizado en la elaboración del presente Expediente.

Relación de Documentos y Textos:

1. C. F. Wagner y R. D. Evans «Symmetrical Components»; McGraw – Hill Book Company; Inc. New York, 1933.
2. A. E. Knowlton «Standard Handbook for Engineers»; McGraw – Hill Book Company; Inc. New York; 1957.
3. A. Seidman, H. Mahrous y T. Hicks «Manual de Cálculos de Ingeniería Eléctrica»; McGraw – Hill; Imp. México; 1985.
4. G. E. Harper «Fundamentos de Protección de Sistemas Eléctricos por Relevadores»; Editorial Limusa; Imp. México; 1984.
5. W. D Stevenson «Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia»; McGraw – Hill; Imp. México; 1996.
6. J. Trashorras Montecelos «.Desarrollo de Instalaciones Eléctricas de Distribución»; Editorial Thomson Paraninfo; Imp. España; 2006:
7. Otto Guthmann, Rolf Pohlmann y otros «.Manual de las Instalaciones de Distribución de Energía Eléctrica»; Editorial Brown Boveri & Cie Aktiengesellschaft; Imp. Alemania; 1983:
8. Gunter G. Seip «Instalaciones Eléctricas»; Editorial Siemens Aktiengesellschaft; Imp. Alemania; 1999.
9. J. Yanque M. «Curso de Alta Tensión – FIEE – UNI»; Editorial FIEE – UNI; Imp. Perú; 2005.
10. J. Bautista R. «Líneas de Transmisión de Potencia»; Editorial FIEE – UNI; Imp. Perú; 2001.