

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**MONTAJE ELECTROMECAÁNICO DE LA LÍNEA DE
TRANSMISIÓN EN 60 kV. RIOJA-NUEVA
CAJAMARCA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

JUAN MANUEL ZAVALA ROBLES

PROMOCIÓN: 2001-2

LIMA-PERU

2009

**Al Creador del Universo,
A mis padres y hermanos por su
invalorable apoyo**

INDICE

Prologo.....	1
---------------------	----------

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivo.....	4
1.3 Alcances.....	4
1.4 Limitaciones.....	4
1.5 Justificaciones.....	5

CAPITULO II: CONSIDERACIONES GENERALES

2.1 Área de Influencia.....	6
2.2 Características Geográficas de la Zona	6
2.3 Infraestructura Disponible.....	8
2.4 Distribución de Estructuras.....	8
2.5 Descripción del Equipamiento.....	8

CAPITULO III: CALCULOS ELECTRICOS Y MECANICOS

3.1 Consideraciones Generales.....	12
3.2 Criterios de Diseño.....	16
3.3 Selección y Cálculos del Conductor	19
3.4 Descripción de los Aisladores.....	27
3.5 Ecuación del Cambio de Estado.....	28
3.6 Cálculo Mecánico de Estructuras.....	31

3.7	Puesta a Tierra.....	33
3.8	Perdidas de Potencia.....	34
3.9	Cálculo de Cimentaciones.....	35

CAPITULO IV: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO

4.1	Especificaciones Técnicas Generales.....	37
4.2	Conductor de Aleación de Aluminio.....	40
4.3	Cable de Guarda.....	41
4.4	Postes de Madera.....	49
4.5	Crucetas y Brazos de Madera	49
4.6	Cable de Acero (EHS) para retenidas.....	58

CAPITULO V: ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL

MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

5.1	Alcance de las especificaciones.....	60
5.2	Documentos conforme a obra.....	60
5.3	Trabajos a realizar.....	61
5.4	Medidas de seguridad.....	62
5.5	Trabajos preliminares.....	63
5.6	Excavación, erección y cimentación de estructuras.....	69
5.7	Montaje de estructuras de madera.....	73
5.8	Puestas a tierra.....	77
5.9	Montaje de retenidas.....	78
5.10	Montaje del conductor y cable de guarda.....	79
5.11	Montaje de aisladores y accesorios	85

5.12	Tendido y regulación de los conductores y cable de guarda.....	86
5.13	Inspecciones y pruebas.....	91
5.14	Ingeniería de detalle.....	94

CAPITULO VI: ESTRUCTURA DE COSTOS Y PRESUPUESTOS

6.1	Estructura de Costos.....	96
6.2	Planilla de Estructuras.....	97
6.3	Cronograma de Trabajo.....	100
CONCLUSIONES		101
RECOMENDACIONES		102
BIBLIOGRAFIA		103

PLANOS

Plano N°01	Armado de Estructura Tipo A1
Plano N°02	Armado de Estructura Tipo A2
Plano N°03	Armado de Estructura Tipo A2
Plano N°04	Armado de Estructura Tipo A2
Plano N°05	Armado de Estructura Tipo AM
Plano N°06	Armado de Estructura Tipo A0
Plano N°07	Armado de Estructura Tipo A0
Plano N°08	Armado de Estructura Tipo A0
Plano N°09	Armado de Estructura Tipo ARV
Plano N°10	Armado de Estructura Tipo ARV
Plano N°11	Armado de Estructura Tipo ASV
Plano N°12	Armado de Estructura Tipo S
Plano N°13	Armado de Estructura Tipo SV
Plano N°14	Armado de Estructura Tipo T
Plano N°15	Armado de Estructura Tipo 2T
Plano N°16	Detalle de Puesta a Tierra
Plano N°17	Detalle de Retenida y Anclaje
Plano N°18	Excavación y Cimentación
Plano N°19	Detalle de Amortiguador
Plano N°20	Detalle de Contrapesos

Plano N°21	Detalle Perforación Postes y Crucetas
Plano N°22	Placas de Peligro y Señalización
Plano N°23	Diagrama Unifilar del Sistema Regional de San Martín
Plano N°24	Perfil Longitudinal de la Línea
Plano N°25	Perfil Longitudinal de la Línea

ANEXOS

Anexo N° 3.1	Cálculo de Distancias de Seguridad
Anexo N° 3.2	Cálculo del Angulo de Oscilación del Conductor
Anexo N° 3.3	Cálculo de la Corriente de Cortocircuito
Anexo N° 3.4	Capacidad térmica del conductor 240mm ² AAAC
Anexo N° 3.5	Cálculo del Creep
Anexo N° 3.6	Cálculo Mecánico del conductor de 240mm ² AAAC.
Anexo N° 3.6.A.	Cálculo Mecánico del Cable de Guarda.
Anexo N° 3.6.B.	Tabla de tensado de conductor 240 mm ² .
Anexo N° 3.6.C.	Tabla de tensado de cable de Guarda 50 mm ² .
Anexo N° 3.7	Espaciamiento de Amortiguadores
Anexo N° 3.8	Grados de contaminación – Norma IEC 815
Anexo N° 3.9	Cálculo mecánico de estructuras tipo S
Anexo N° 3.10	Cálculo mecánico de estructuras tipo A0
Anexo N° 3.11	Cálculo Estructural de Crucetas y perfiles
Anexo N° 3.12	Cálculo Estructural de Crucetas y perfiles
Anexo N° 3.13	Cálculos de Anclaje de Retenidas.

PRÓLOGO

En el presente informe se describen las características principales del “Montaje Electromecánico de la Línea de Transmisión en 60 kV. Rioja – Nueva Cajamarca”.

Este Proyecto, que forma parte del Sistema Eléctrico Regional de San Martín, tiene como finalidad interconectar eléctricamente localidades ubicadas en la Provincia de Rioja.

A continuación se describen en forma resumida los contenidos de los capítulos que conforman el presente:

En el **Capítulo I** se presenta al lector el escenario y antecedentes en donde se desarrolla el Montaje Electromecánico de la Línea de Transmisión en 60KV. Rioja - Nueva Cajamarca.

En el **Capítulo II** se presentan las características técnicas, geográficas y socioeconómicas en donde se desarrolla este proyecto.

En el **Capítulo III** se presentan los cálculos que sustentan técnicamente el tipo y cantidad de materiales a utilizarse, así como los métodos para desarrollar el Montaje.

En el **Capítulo IV** se presentan las características técnicas y las normas que se deben cumplir para la fabricación de los materiales que se requieren utilizar en este proyecto.

El **Capítulo V** comprende los siguientes puntos:

- Replanteo Topográfico de la Ruta de la Línea.
- Excavación para Instalación y Cimentación de los postes y crucetas de madera.
Así como la excavación para las instalaciones de Puestas a Tierra y Retenidas
- Tendido de los conductores, retenidas y aisladores.
- Puesta en Servicio de la Línea.

El **Capítulo VI** se refiere al presupuesto calculado para la ejecución de este montaje, el cual está conformado por los costos de cada fase del proyecto. También se presentan la Planilla de Estructuras y el Cronograma de trabajo.

Así mismo se incluyen Conclusiones, Recomendaciones y Anexos para aclarar mejor los temas tratados en el contenido del Informe.

Mi agradecimiento por el asesoramiento en el desarrollo de este informe para el Ing. Gregorio Aguilar Robles, Asesor en la elaboración del presente Informe de Suficiencia

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En el presente informe se describen las características principales del **“Montaje Electromecánico de la Línea de Transmisión en 60 kV. Rioja – Nueva Cajamarca”**.

La Línea de Transmisión materia del presente, forma parte del Sistema Eléctrico Regional de San Martín en el ámbito comprendido del proyecto, que tiene como finalidad interconectar eléctricamente localidades ubicadas en un área determinada, a las cuales se les unen físicamente por medio de líneas de subtransmisión de media tensión.

1.1 ANTECEDENTES

La Empresa Concesionaria del Servicio de Electricidad y propietaria de la Línea ha ido desarrollando y ejecutando proyectos de Líneas de Subtransmisión y P.S.E. asociados a la provincia de Rioja, motivado por el crecimiento energético de la zona, sin embargo a pesar de estos proyectos, las pérdidas de transmisión se han incrementado.

Dentro de este contexto la ejecución del montaje **“Línea de Transmisión en 60 Kv Rioja – Nueva Cajamarca”**, es de vital importancia para mejorar el nivel de vida de la población, sentar las bases para el desarrollo social sostenido de las localidades comprendidas, reducir las pérdidas de transmisión y ampliar el mercado eléctrico a nuevos usuarios.

1.2 OBJETIVO

El presente informe tiene por objetivo desarrollar el Montaje electromecánico de los 24,10 Km de la “**Línea de Transmisión en 60 Kv Rioja – Nueva Cajamarca**”, que tiene como finalidad interconectar eléctricamente localidades ubicadas en el área de influencia de la Línea, y así poder mejorar el nivel de vida de las poblaciones involucradas.

1.3 ALCANCES

El Informe del Montaje Electromecánico de la Línea de Transmisión Rioja Nueva Cajamarca, tiene como alcance los cálculos Eléctricos y Mecánicos necesarios para sustentar técnicamente los materiales y métodos para realizar los trabajos de montaje. Así mismo comprende las Especificaciones Técnicas de los materiales utilizados y las Especificaciones de Montaje que detallan técnicamente los métodos de trabajo a realizar de acuerdo a las Normas vigentes y prácticas recomendadas más comunes en la actualidad.

1.4 LIMITACIONES

El presente informe sobre el Montaje Electromecánico de Línea de Transmisión en 60 Kv Rioja – Nueva Cajamarca no incluye lo siguiente:

- La Gestión de Servidumbre, la cual estará cargo de una empresa externa.
- El Análisis Económico del Montaje Electromecánico.
- La Gestión de Mantenimiento de la Línea de Transmisión.

1.5 JUSTIFICACIONES

El Montaje Electromecánico de Línea de Transmisión en 60 Kv tiene por finalidad lo siguiente:

- Interconectar eléctricamente localidades ubicadas en el área de influencia.
- Mejorar el nivel de vida de la población.
- Sentar las bases para el desarrollo social sostenido de las localidades comprendidas.
- Reducir las pérdidas por transmisión de energía eléctrica.
- Ampliar el mercado eléctrico a nuevos usuarios.



Fig. N 1.1: Área Geográfica del Proyecto

CAPITULO II

CONSIDERACIONES GENERALES

2.1 ÁREA DE INFLUENCIA

El ámbito del proyecto comprende un tramo de 24,10 km. de la Línea de Transmisión en 60 kV beneficiando a las localidades del sur de Rioja. Todas estas localidades se encuentran ubicados entre los distritos de Awajun, Elías Soplín Vargas, Nueva Cajamarca, San Fernando, Yuracyacu, Pardo Miguel, y algunas localidades del distrito de Moyobamba; Región San Martín, a 842 m.s.n.m.

2.2 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y SOCIOECONOMICAS DE LA ZONA

2.1.1 Condiciones Climáticas y Topográficas.

El clima es subtropical semi-húmedo, con precipitaciones distribuidas regularmente, con una temperatura media entre 18°C y 24°C. La altitud juega un papel importante en la determinación del clima de la región, siendo esta de 842 m.s.n.m. La velocidad del viento no supera en promedio los 75km/hr.

La época de invierno se presenta con precipitaciones distribuidas regularmente casi todo el año que bordean los 1400 mm anuales, existiendo una época seca en los meses de Junio, Julio, Agosto, siendo los meses más lluviosos de Enero a Marzo.

La contaminación del ambiente es prácticamente nula, por la existencia de permanente y abundante vegetación. En las épocas de lluvias se producen descargas atmosféricas.

2.2.2 Actividades Económicas

La actividad económica predominante en la zona, es la agricultura en base a la cual se dan o establecen las otras actividades como son el comercio, el transporte y otros servicios menores. Los productos de mayor cultivo son: el maíz, el plátano, el café, el arroz y yuca, las frutas como la papaya, naranja, aguaje, etc.

La ganadería está representada por la crianza de ganado vacuno, porcino, ovino, etc., seguido de la avicultura, con la crianza de aves de corral para el consumo local y en menor escala otros animales para el consumo doméstico.

El comercio se realiza principalmente sobre la venta de artículos de primera necesidad, en los mercados de las localidades de Nueva Cajamarca, Naranjillo, Awuajun y Naranjos que son los principales consumidores en la zona.

2.2.3 Ruta de la Línea

El trazo de la ruta de la línea de transmisión ha sido definido teniendo en cuenta la accesibilidad al eje de la línea para su fácil montaje y posterior mantenimiento de las instalaciones, por ello se ha mantenido lo más cerca posible a la carretera Arqº Fernando Belaunde Terry, y pasa por la mayor cantidad de Localidades a fin de abaratar costos.

2.3 INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE

2.3.1 Medios de Transporte y Vías de Comunicación

El acceso principal al área del proyecto es por vía terrestre a través de la carretera Marginal de la Selva mediante el Sistema Norte: que une Lima – Olmos – Chamaya – El Recodo – Puente Ingenio – Rioja con una longitud aproximada de 960 Km.

El acceso por vía aérea a la zona del proyecto, se hace a través del aeropuerto de Tarapoto y de allí por vía terrestre hacia Rioja.

2.4 DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS

La distribución de estructuras se efectuara con un programa gráfico CAD, que permite verificar las características del conductor y cable de guarda, las hipótesis de carga, las restricciones de cada tipo de estructura (en función del vano peso, vano viento y vano máximo) y las restricciones impuestas por el perfil topográfico de la ruta de la línea y los obstáculos que cruza en su recorrido.

2.5 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

A continuación se describe los principales materiales y estructuras a utilizarse:

2.5.1 Conductor y Cable de Guarda

El conductor a instalar en cada una de las tres fases de la línea será de aleación de aluminio.

Las características del conductor instalado son:

Material	Aleación de Aluminio
Sección nominal	240 mm ²

- N° de hilos/diámetro : 61/2,25 mm
- Diámetro exterior del cond. : 20,3 mm
- Peso teórico unitario : 0,67 kg/m
- Carga de rotura : 67,74 KN (6912,24 kg)
- Resist. Eléctrica a 20°C (DC) : 0,1383 Ω /km

Las características del cable de guarda instalado son:

- Material : Acero EHS
- Sección nominal : 50 mm²
- N° de hilos : 7
- Diámetro exterior del cond. : 9,52 mm
- Peso teórico unitario : 0,41 kg/m
- Carga de rotura : 6985 kg

2.5.2 Aisladores

Se instalarán Aisladores Poliméricos de las siguientes características:

(Según Norma DGE).

- Material aislante : Goma de Silicón
- Tensión Nominal : 60 KV
- Tensión Máxima de diseño : 72,5 KV
- Tensión disruptiva.
 - En Seco : 170 KV
 - Bajo lluvia : 140 KV
- Tensión disruptiva al impulso : 450 KV
- Long. Total de línea de fuga : 1600 mm
- Long de la cadena : 1016 mm

- Carga de trabajo.

Carga Mecánica (SML) : 70 KN.

Carga Mecánica (RTL) : 35 KN.

2.5.3 Estructuras

Considerando las características topográficas de las zonas que atraviesa el trazo de la línea de 60 kV, se instalarán estructuras de madera. Las estructuras de madera serán del tipo monoposte y biposte, compuestos por postes de 55 y 60 pies, clase 3 y 4. (Ver Planos N°01 al N°15)

Los postes de madera serán del tipo Pino amarillo, las crucetas para la línea en 60 kV serán de madera tornillo.

2.5.4 Puestas a Tierra

Todas las estructuras estarán puestas a tierra de modo que se consiga de acuerdo a normas internacionales una resistencia de 10 ohm para estructuras ubicadas en zonas urbanas, 25 ohm para zonas transitables y de 50 ohm para estructuras ubicadas en zonas poco y no transitables. (Ver Plano N°16)

Las Puestas a tierra estarán conformadas por los siguientes elementos:

- Electrodo de puesta a tierra.
- Conductor de cobre recocido para bajada a tierra.
- Accesorios de conexión y fijación.

2.5.5 Retenidas y Anclajes

Las retenidas y anclajes se instalarán en las estructuras de ángulo, terminal y retención con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las

estructuras no puedan soportar por sí solas. El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no será menor de 37° . (Ver Plano N°17)

Las retenidas y anclajes estarán compuestos por los siguientes elementos:

- Cable de Acero de alta resistencia EHS de \varnothing 13mm
- Mordazas preformadas.
- Aislador de porcelana vidriada tipo tracción clase ANSI 54-4
- Pernos angulares con ojal guardacabo.
- Bloque de concreto armado.

2.5.6 Material de Ferretería

Todos los elementos de fierro y acero, tales como pernos, arandelas, abrazaderas y accesorios de aisladores, serán galvanizados en caliente a fin de protegerlos contra la corrosión. Las características mecánicas de estos elementos cumplirán los requerimientos de las cargas a las que estarán sometidos.

2.5.7 Cimentaciones

Los postes de madera serán enterrados considerando los criterios especificados en las especificaciones de montaje. (Ver Plano N°18)

CAPITULO III

CÁLCULOS ELECTRICOS Y MECANICOS

3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

3.1.1 Normas Aplicables

Los criterios empleados en el diseño de la línea de transmisión 60 kV se rigieron principalmente por las siguientes normas:

- VDE 0210/5.69 “Bestimmungen Fur den Bau von Starkstrom-Freiteitungen uber 1 kV” “Determinaciones para la construcción de líneas aéreas de energía eléctrica mayores de 1 kV”.
- REA Bulletin 62-1 “Design Manual for High Voltage Transmission Lines” “Manual Diseño Líneas de Transmisión de Alta Tensión”.
- NESC C2-1997 “National Electrical Safety Code” NESC Handbook.
- IEEE Std 977-1991 “IEEE Guide to installation of foundations for Transmission Line Structures”.

Y las recomendaciones de las siguientes publicaciones:

- Manual de Diseño “Redes Energía Eléctrica”-Parte II: Líneas Transmisión. ENDESA – Departamento Eléctrico

3.1.2 Características Técnicas de la Línea de Transmisión

Las principales características de la línea en 60 kV Rioja Nueva Cajamarca son:

- Tensión Nominal : 60 kV
- Número de Ternas : Una
- Longitud : 22,97 km
- Conductor : 240 mm² aleación de aluminio
- Estructuras : Postes y crucetas de madera
- Aisladores : Poliméricos
- Altura sobre el nivel mar : 824 msnm

3.1.3 Criterios Empleados para la Selección de la Ruta de Línea

La ruta de la línea fue seleccionada sobre la base del análisis de las cartas 1/ 100 000 del IGN, los planos catastrales de las localidades de Rioja, Segunda Jerusalén, Nuevo Edén y Nueva Cajamarca así como el reconocimiento de campo en la zona del proyecto, tomando en consideración los siguientes criterios:

- Escoger una poligonal con el menor número de ángulos, evitando los fuertes grados de desvío.
- Obtener tramos rectos de línea con la mayor longitud posible a efectos de disminuir los costos al reducir el número de estructuras de ángulo.
- Evitar el paso por terrenos inundables.
- Evitar el recorrido por zonas arqueológicas de valor histórico o cultural.

- Evitar el recorrido por zonas geológicamente inestables o terrenos con pendiente pronunciada en los que sean frecuentes las caídas de piedras y deslizamientos de terrenos.
- Evitar en lo posible el recorrido por altiplanicies elevadas o de cumbres donde existen mayores descargas atmosféricas.
- Desarrollo de la ruta en forma adyacente a la carretera Marginal, aprovechando los accesos existentes, tales como caminos y trochas comunales a fin de facilitar las labores de construcción y mantenimiento

3.1.4 Proyección de la Demanda

La Proyección de Energía y Potencia para las localidades comprendidas en el Área del Proyecto, se ha desarrollado bajo tres escenarios (Bajo, Medio y Alto) para un horizonte de 20 años, para lo cual se definió previamente la configuración del sistema, en el cual se incluyen a toda el área urbana y rural de los distritos considerados en el estudio. (Ver Cuadro 3.1)

3.1.5 Análisis de la Demanda

De acuerdo a las previsiones efectuadas en el estudio de mercado eléctrico, la máxima demanda para el escenario Normal varía desde 1315 kW en el año 2005, hasta 7283 kW para el año 2025, lo que equivale a una tasa de crecimiento de 8,94%; en lo referente a la energía la variación es de 4795,643 Mwh en el año 2005 a 27760,455 Mwh en el año 2025; es decir presenta un crecimiento de 9,18% anual. Para un escenario Alto la máxima demanda para el 2025 es de 8023kW.

Escenarios	Parámetros	2005	2010	2015	2020	2025
		0	5	10	15	20
Optimista o Alto	MD (Kw)	1447	3407	4460	6310	8023
	PM (KW)	602	1298	1786	2549	3462
	E (KWh)	5275204	11372630	15649381	22331418	30324769
Normal o Medio	MD (Kw)	1315	3115	4061	5737	7283
	PM (KW)	547	1200	1643	2338	3169
	E (KWh)	4795643	10509785	14393921	20483152	27760455
Pesimista o Bajo	MD (Kw)	1184	2872	3732	5250	6655
	PM (KW)	493	1101	1502	2129	2879
	E (KWh)	4316075	9647977	13159763	18653043	25216632

Cuadro N°3.1: Resumen del Estudio de Mercado Eléctrico

3.1.6 Análisis de la Oferta

La demanda de potencia será cubierta por la potencia de reserva del Sistema Interconectado Regional y los Proyectos de incremento de la potencia del Sistema Regional San Martín.

El Sistema Interconectado Regional, cuenta con las siguientes fuentes de generación:

- * Central Térmica de Tarapoto: 12 MW
- * Central Hidroeléctrica de Gera I: 6 MW
- * Central Hidroeléctrica Gera II: 2 MW
- * Grupos Térmicos de punta: 3.8MW

La Línea de Transmisión en 60 kV que se ha proyectado desde la Provincia de Rioja hasta la localidad de Nueva Cajamarca, cuenta con una capacidad para transportar 10 MW de potencia.

3.2 CRITERIOS DE DISEÑO

3.2.1 Distancias de Seguridad del Conductor cuando la Línea Cruza

Sobre: (REA Bulletin 62-1)

- Carreteras, calles, estacionamientos : 7,0 m
- Terrenos de cultivo : 7,0 m
- Espacios y caminos accesibles solo
A peatones : 5,5 m
- Rios, lagos, canales, no navegables : 5,5 m

3.2.2 Distancias de Seguridad del Conductor sobre el Terreno

cuando la Línea va Paralelo a: (REA Bulletin 62-1)

- Caminos, calles, carreteras (zona rural) : 6,4 m
- Caminos, calles, carreteras (zona urbana) : 7,0 m

3.2.3 Distancia Vertical Mínima entre Fases:

(REA Bulletin 62-1)

- Fases del mismo circuito : 1,56 m
- Fases de diferentes circuitos : 1,66 m

3.2.4 Distancia Horizontal entre Conductores Limitado por el Máximo

Vano: (Rea Bulletin 62-1, NESC Rule 235B1b)

Con el objeto de mantener las distancias mínimas a medio vano, se deben respetar los espaciamientos horizontales fase-fase en las estructuras, los cuales dependen de los vanos máximos y están dados por la siguiente expresión:

$$S = 0,00762 \cdot kV \cdot fh + fe \cdot \sqrt{f \cdot 0,3048} + Li \cdot \text{Sin}\phi \quad (3.1)$$

Donde :

- S : Separación horizontal requerida (m)
- kV : Tensión nominal fase - fase (60 kV)
- fh : Factor de altura donde: fh = 1,00 para 1 000 msnm
- fe : Factor de experiencia (fe=1,15)
- Li : Longitud de la cadena de aisladores (Li=1,2 m)
- ϕ : Máximo ángulo de oscilación de diseño $\phi=60^\circ$; anclaje $\phi=0^\circ$

(Ver en Anexo 3.1)

3.2.5 Distancia Vertical entre Conductores Limitado por el Máximo

Vano: (Rea Bulletin 62-1, NESC Rule 235B1b)

Con el objeto de mantener las distancias mínimas a medio vano, se deben respetar los espaciamientos verticales fase-fase en las estructuras, los cuales dependen de los vanos máximos y están dados por la siguiente expresión:

$$S = 0,00762 \cdot kV \cdot fh + fe \cdot \sqrt{f \cdot 0,3048} \quad (3.2)$$

Donde :

- S : Separación vertical requerida (m)
- kV : Tensión nominal fase - fase (60 kV)

- fh : Factor de altura (fh = 1,00 para 1 000 msnm)
 fe : Factor de experiencia (fe=1,15)
 f : Flecha del conductor en la condición de templado (m)

(Ver en Anexo 3.1)

3.2.6 Ángulo de Oscilación de Conductores

Al estudiar los espaciamientos mínimos en aire entre los conductores y la estructura requeridos por las distintas sollicitaciones eléctricas, es necesario considerar las posiciones de la cadena de aisladores a partir de las cuales deben medirse dichos espaciamientos.

En el caso de las cadenas de suspensión con posibilidades de girar en torno a la vertical por acción de las cargas transversales sobre los conductores debidas al viento y a la resultante de las tensiones mecánicas de los mismos, hay que tomar en cuenta el correspondiente ángulo de desviación de dichas cadenas. Este ángulo puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$Tg(\phi) = \frac{2T \cdot \sin(\alpha / 2) + HS \cdot Pv \cdot \phi c \cdot \cos(\alpha / 2) + l \cdot e \cdot Pv / 2}{Vs \cdot Wc + 0,5Wa} \quad (3.3)$$

Donde :

- ϕ : Ángulo de oscilación (grados)
 T : Tensión del conductor (Kg)
 α : Ángulo de desviación de la línea
 HS : Vano viento (horizontal Span) (m)
 Pv : Presión del Viento (kg/m²)
 ϕc : Diámetro del conductor (m)
 VS : Vano gravante (Vertical Span)

W_c : Peso unitario del conductor (Kg/m)

W_a : Peso de la cadena de aisladores (kg)

Para el caso de análisis, considerando el bajo peso de la cadena de aisladores tipo polimérico, no tomamos en cuenta este factor.

(Ver anexos N° 3.2)

3.3 SELECCIÓN Y CÁLCULO DEL CONDUCTOR

3.3.1 Selección del Conductor

Los criterios tomados en cuenta para la selección del conductor de aleación de aluminio de 240 mm² fueron los siguientes:

- Como material, es más económico que el cobre. Además este último no es recomendable para líneas de transmisión debido al requerimiento de mayor cantidad de estructuras por las características de su catenaria.
- Según las recomendaciones del REA Bulletin 62-1 la sección mínima a utilizar para el nivel de 60 kV es de 3/0. La sección siguiente normalizada corresponde a 240 mm².
- Esto se basa en criterios de nivel de ruido permitido, pérdidas corona y consideraciones de esfuerzo y flechas.
- Según los análisis de flujos de potencia efectuados, se concluye que en 60 kV es suficiente mantener la sección 240 mm².

Por lo mencionado anteriormente se definió el conductor de 240 mm² de aleación de aluminio de las siguientes características:

- Material Aleación de Aluminio

-	Sección nominal	:	240 mm ²
-	Nº de hilos/diámetro	:	61/2,25 mm
-	Diámetro exterior del cond.	:	20,3 mm
-	Peso teórico unitario	:	0,67 kg/m
-	Carga de rotura	:	67,74 KN (6912,24 kg)
-	Resist. Eléctrica a 20°C (DC)	:	0,1383 Ω/km

3.3.2 Corriente de Cortocircuito

A continuación se verifica la capacidad térmica del conductor y del cable de guarda frente a la corriente de cortocircuito, la cual está dada por la siguiente:

$$I = \frac{S}{\sqrt{t}} \sqrt{\left[\frac{c \cdot \gamma}{\rho \cdot \alpha \cdot kp} \ln (1 + \alpha (t_2 - t_1)) \right]} \quad (3.4)$$

Donde:

I	:	Corriente admisible en amperios (KA)
S	:	Sección del conductor (mm ²) (S=240)
c	:	Calor específico en (Joule/kg C) (c=887)
γ	:	Peso específico del aluminio (kg/mm ² m) (γ=0,0027)
ρ	:	Resistividad del metal a la temperatura inicial t1 (ρ=0,0282)
α	:	Coefficiente incr. Resistencia c/ temperatura (1/°C) (α =0,004)
T1	:	Temperatura en el instante t1 de inicio (°C) (T1=40)
T2	:	Temperatura en el instante t2 (°C) (T2=130)
t	:	Tiempo duración del cc o sea t2-t1 (seg) (t=90)
kp	:	Coefficiente pedicular o Rca/Rcd (kp=1)

Los valores obtenidos para una duración de cortocircuito de 0,5 segundos son del orden de 27,42 kA para el conductor, lo cual confirma la capacidad de los conductores ante las corrientes de cortocircuito; más aún si consideramos que los equipos actuales de protección logran eliminar la falla en menos de 0,1 seg. (100 ms). (Ver anexo N° 3.3)

3.3.3 Capacidad Térmica de Conductores

El objeto del cálculo es determinar la temperatura de trabajo final del conductor teniendo en cuenta el efecto de las condiciones climatológicas así como la ubicación geográfica de la línea de transmisión.

En el anexo N° 3.4 se presenta los resultados del cálculo. Se observa que el caso más crítico se presenta durante el día con temperaturas finales de 38,4°C para la demanda de 10.02 MVA.

Esta información conjuntamente con el efecto Creep sirvió de base para la definición de la temperatura en la hipótesis de máxima flecha.

3.3.4 Efecto Creep

El módulo de elasticidad de un material se define por el valor numérico de la relación constante para dicho material de la fatiga unitaria a la deformación unitaria que le acompaña.

El límite de elasticidad tiene importancia en el cálculo mecánico de los conductores de una línea de transmisión, pues en ellos se acepta que la fatiga máxima de trabajo alcance el límite de elasticidad.

El motivo para lo anterior es que si, calculados y colocados los conductores para la condición indicada, la fatiga alcanza un valor ligeramente sobre el límite de elasticidad, debido a sollicitaciones imprevistas, el cable sufrirá un alargamiento permanente y la flecha quedará también aumentada para todas las temperaturas, lo cual significará una reducción de las tensiones correspondientes.

De estudios realizados sobre la influencia del módulo de elasticidad sobre las tensiones se deduce que:

- Bajo cargas iniciales crecientes, un cable no tiene módulo de elasticidad constante, pero para los esfuerzos posteriores inferiores a la carga máxima inicial, el módulo es constante; el primero se llama módulo de elasticidad inicial y el segundo módulo de elasticidad final o permanente.
- El módulo de elasticidad de un cable es diferente de la hebra y varía con el tipo de cableado. El módulo final tiene el valor del módulo de la hebra del mismo material, que es el valor que normalmente proporciona el fabricante.

Las curvas fatiga-deformación de los cables muestran el estiramiento elástico e incluso el estiramiento no elástico o aumento permanente del largo, que resulta de la aplicación inicial de la carga.

El estiramiento no elástico puede ocurrir también después de un período largo de tiempo sin un aumento significativo de la carga. Este estiramiento que se desarrolla gradualmente bajo una carga constante se llama comúnmente Creep.

El valor del Creep varía con la tensión y el tiempo. También será mayor a más alta temperatura. Mientras mayor es la tensión, más rápido será el crecimiento del Creep y a cualquier tensión dada su proporción, será máxima cuando la carga es aplicada por primera vez y disminuye rápidamente a medida que transcurre el tiempo.

El cálculo del Creep es de suma importancia ya que es un fenómeno irreversible cuya consecuencia práctica es un aumento de la flecha en cualquier estado.

Siempre es posible calcular una temperatura adicional equivalente por Creep, lo que nos permitirá corregir la flecha máxima para la localización de estructuras.

El cálculo del Creep puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$\varepsilon = k \times \theta^{\phi} \times \sigma^{\alpha} \times \tau^{\mu} \quad (3.5)$$

Donde :

- ε : Creep
- k : factor = 0,15 p/ aleación de aluminio
- θ : Temperatura (° C)
- σ : Esfuerzo
- τ : Tiempo transcurrido (horas)
- ϕ, α, μ : Factores iguales a 1,4; 1,3 y 0,16 p/aleación de aluminio

El incremento de temperatura ($\Delta\tau$) equivalente del Creep se da por la siguiente expresión:

$$\Delta\tau = \varepsilon / \alpha \quad (3.6)$$

Donde

- ε : Creep
- τ : Tiempo transcurrido (horas)
- α : Coeficiente de dilatación lineal del cable

En el anexo N° 3.5 se presentan los resultados del análisis del efecto Creep para diferentes vanos a lo largo de 10 años.

Según las recomendaciones de ENDESA, tomamos en consideración para los diseños el incremento de temperatura equivalente para el décimo año para ser aplicados obteniéndose un salto de 22,24°C para un vano de 250 m y un EDS=16%, con lo cual la temperatura de máxima flecha es de 60.64 °C el cual se toma a 60 °C.

3.3.5 Cálculo Mecánico de Conductores

Las hipótesis de cambio de estado utilizados en los cálculos mecánicos de conductores es el siguiente:

- Hipótesis I** : **Templado**
- Temperatura : 25 °C
- Velocidad viento : 0 km/hr
- EDS : 18%

Hipótesis II	:	Máximo Esfuerzo c/v
- Temperatura	:	10 °C
- Velocidad viento	:	75 km/hr
- Factor seguridad	:	2,5
Hipótesis III	:	Máximo Esfuerzo s/v
- Temperatura	:	5 °C
- Velocidad viento	:	0 km/hr
Hipótesis IV	:	Máxima Flecha
- Temperatura	:	60 °C
- Velocidad viento	:	0 km/hr
Hipótesis V	:	Oscilación de Cadena
- Temperatura	:	25 °C
- Velocidad viento	:	75 km/hr

Nota: La velocidad de viento máxima correspondiente a la zona del área del proyecto corresponde a 75 km/hr según el C.N.E. Suministro¹

En los anexos N° 3.6 y 3.6A se presenta los resultados del cálculo.

¹ Aprobado por Resolución Ministerial N° 366-2001-EM/VME, vigente a partir del 1 de julio de 2002

3.3.6 Vibración de Conductores

La vibración de los conductores de las líneas de transmisión aéreas, bajo la acción del viento conocida como “vibración eólica” puede causar fallas por fatiga de los conductores en los puntos de soporte.

De los diferentes tipos de vibraciones eólicas, la más común es la resonante. La vibración resonante ocurre en los cables de las líneas aéreas sin cambio apreciable de su longitud de modo que los puntos de apoyo permanecen casi estacionarios. Estas vibraciones son ondas estacionarias de baja amplitud y alta frecuencia.

El esfuerzo flexor que estas vibraciones producen en los puntos de apoyo, combinando con la tracción estática en el cable, el roce en los alambres de cable y el roce con los accesorios de soporte, puede producir una falla por fatiga en los alambres del cable después de un cierto tiempo.

Las vibraciones resonantes se producen por vientos constantes de baja velocidad a través de los conductores.

Normalmente vientos menores de 3 km/hora no producen vibraciones resonantes y los mayores de 25 km/hora tienden a producir ráfagas.

Las vibraciones resonantes se reducen por el uso de:

Varillas de armar: Con este refuerzo se reduce la amplitud de las vibraciones debido al aumento del diámetro del conductor. Registros comparativos indican que reduce la amplitud de las vibraciones de 10% a 20%.

Amortiguadores: La utilización de los amortiguadores stockbridge está basada en aplicaciones prácticas y recomendaciones que da el fabricante. La formulación que determina los espaciamentos de los amortiguadores es la siguiente:

$$A = 0,0013 D \sqrt{c}; \quad (3.7)$$

$$B = 0,0022 D \sqrt{c} \quad (3.8)$$

Donde:

- D : Diámetro del conductor (20,3mm)
- c : Parámetro de la catenaria en la hipótesis de templado
(1857 m)
- A, B : Distancias (m) de separación de los amortiguadores al borde de
la grapa de suspensión o anclaje.

Se obtiene:

Características\Distancias	A (m)	B (m)
Conductor AAAC 240 mm ²	1,14	1,92
Cable de Guarda 50 mm ²	0,79	1,34

Cuadro N°3.3 Características y Distancias de conductores

En el anexo N° 3.7 se presenta los resultados del cálculo

Se ha considerado la utilización de amortiguadores según el siguiente criterio:

- vano > 250 m :un amortiguador por lado

3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS AISLADORES

Actualmente existen en el mercado pocas variedades en cuanto a materiales a ser utilizados. Las alternativas comunes son los aisladores de porcelana, de vidrio y los aisladores poliméricos de goma de silicón.

Económicamente como monto de inversión, resulta casi indiferente la selección entre estos, sin embargo los aisladores poliméricos de goma de silicón presentan mejores características, como son:

- Menor Peso (del orden del 20% de las cadenas estándares)
- Mayor facilidad de montaje, debido al bajo peso y menores requerimientos para los ensambles, ya que están conformados por una sola unidad.
- Los requerimientos de mantenimiento son mínimos, debido a su característica de hidrofobicidad.
- Son antibandálicos, debido a su flexibilidad en el diseño y la superficie expuesta.(Ver Anexo 3.8)

3.5 ECUACION DE CAMBIO DE ESTADO (ECE)

3.5.1 Consideraciones Previas

Teniendo el conductor en condiciones de servicio normal, este se ve sometido a los efectos de cambios en la presión de viento el peso adicional de costra de hielo según donde se instale la línea. Estas circunstancias hacen que el cable no mantenga estática si situación, y por tanto su parámetro es cambiante

Es posible deducir una ecuación que teniendo como dato un tiro inicial (o esfuerzo inicial) en determinadas condiciones, calcular un tiro final en otras condiciones. Esta ecuación se denomina Ecuación de Cambio de Estado (ECE) del conductor.

3.5.2 Ecuación de Cambio de Estado para vanos a desnivel

La variación de longitud del conductor por cambio de condiciones, es igual a la variación de longitud debido al cambio de temperatura (Dilatación) más el debido al efecto de Hook; es decir:

$$\Delta L = \Delta \text{ Dilatación} + \Delta \text{ Tiro} \quad (3.9)$$

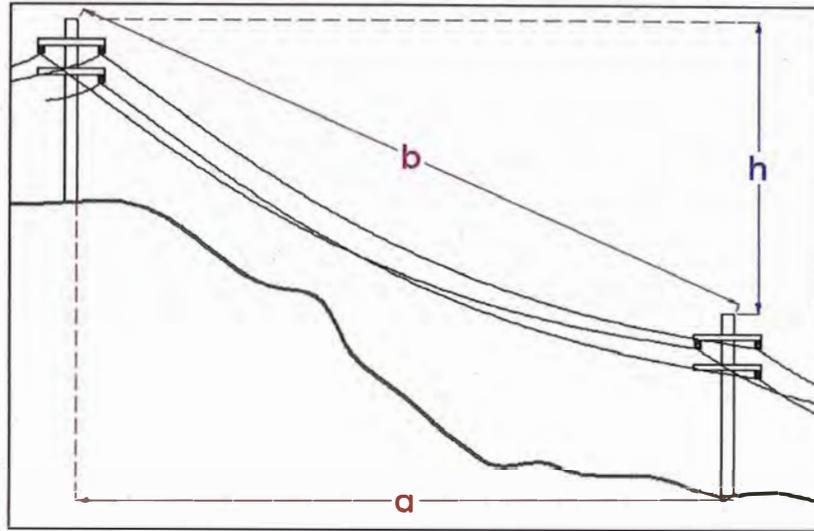


Fig. N°3.1: Vano a Desnivel

O también:

$$L_2 - L_1 = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot a + \frac{(T_{01} - T_{02}) \cdot a}{A \cdot E} \quad (3.10)$$

Que en función de los esfuerzos es igual a:

$$L_2 - L_1 = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot a + \frac{(\sigma_{01} - \sigma_{02}) \cdot a}{E} \quad (3.11)$$

Que es la ECE del conductor donde:

$L_2 - L_1$: Variación Total de longitud del conductor.

$\alpha (\theta_2 - \theta_1) a$: Variación de longitud debido al cambio de temperatura al pasar de θ_1 a θ_2 en °C y α es el coeficiente de dilatación térmica del conductor (/°C); en un vano de a metros.

$(T_{01} - T_{02}) a / AE$: Efecto Hook. Variación de longitud del conductor debido al cambio de tiro (Kg) a que es sometido siendo E el coeficiente de

elasticidad característico del conductor, A es la sección del conductor en mm^2 y $T_{01,02}$ los tiros inicial y final en Kg.

Siendo la longitud del conductor:

$$L' = a + \frac{a^3 \cdot w^2}{24 \cdot A^2 \cdot \sigma_0^2} \quad (3.12)$$

Siendo w el peso unitario del conductor (Kg/m).

Reemplazando tenemos:

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_{02} - T_{01}}{A \cdot E} = \frac{a^2}{24 \cdot A^2} \cdot \left(\frac{w_2^2}{\sigma_{02}^2} - \frac{w_1^2}{\sigma_{01}^2} \right) \quad (3.13)$$

Que es la ECE por unidad de longitud (pu), en donde el primer miembro representa la variación de la longitud (pu) del conductor por efecto de la variación de temperatura más variación de esfuerzos igual a la variación de longitud total (pu).

Sabiendo que $b^2 = a^2 + h^2$ siendo δ el ángulo entre a y b . (3.14)

(Ver Fig. 3.1)

Considerando que σ_{02} y σ_{01} (Kg/mm^2) son las componentes horizontales de σ_2 y σ_1 , tenemos: $\sigma_{02} = \sigma_2 \cdot \cos \delta$ y $\sigma_{01} = \sigma_1 \cdot \cos \delta$, que al reemplazar en la ecuación 3.13 resulta:

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot \cos \delta + \frac{\sigma_{02} - \sigma_{01}}{E} = \frac{a^2 \cdot \cos^3 \delta}{24 \cdot A^2} \cdot \left(\frac{w_2^2}{\sigma_{02}^2} - \frac{w_1^2}{\sigma_{01}^2} \right) \quad (3.15)$$

Si

$$K_1 = \alpha \cdot E \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot \cos \delta + \frac{a^2 \cdot E \cdot W_1^2 \cdot \cos^3 \delta}{24 \cdot A^2 \cdot \sigma_{01}^2} - \sigma_{01} \quad (3.16)$$

Y

$$K_2 = \frac{a^2 \cdot E \cdot W_2^2 \cdot \cos^3 \delta}{24 A^2} \quad (3.17)$$

Por lo tanto la ECE se transforma en:

$$\sigma_{02}^2 (\sigma_{02} + K_1) - K_2 = 0 \quad (3.18)$$

Si $x = \sigma_{02}$ es la incógnita, la ecuación es una de orden cubica y

tiene por lo menos una raíz real positiva y tiene la forma siguiente:

$$f(x) = x^3 + Ax^2 + B = 0 \quad (3.19)$$

3.5 CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS

Al hacer el análisis estructural aplicando el concepto de flexo-compresión para las estructuras, tanto en las condiciones de operación normal y de falla se determinó lo siguiente:

Estructura tipo “S”

En la estructura mencionada las crucetas superior como inferior trabajan a flexión y al corte y se considera la mayor carga actuante en el sentido aplicado. El poste soporta cargas en el sentido vertical trabajando a compresión y en el otro sentido a flexión dependiendo del elemento a considerar.

Estructura tipo “A2”

En la estructura tipo A2 las crucetas superior y central, debido a las cargas aplicadas trabajan a flexión y corte en el sentido de la carga vertical y longitudinal, las retenidas de ambas estructuras equilibran las cargas transversales y longitudinales, considerando el punto de aplicación.

Debido a la aplicación de las fuerzas se producen esfuerzos internos en la estructura y en el conjunto. Los brazos y crucetas le dan estabilidad a la estructura para su operación adecuada, los postes trabajarán a flexión y compresión produciéndose esfuerzos actuantes menores a los límites permisibles.

Estructura tipo “A0” y “AM”

En las condiciones Normal y Anclaje las crucetas superior y central trabajarán a flexión y corte, en el mismo sentido de aplicación de la fuerza, la fuerza longitudinal es equilibrada por la retenida. El poste debido a las cargas transversal y vertical trabajará a la flexión y compresión, se producen esfuerzos internos que se comparan con los esfuerzos permisibles obteniendo resultados satisfactorios. Los brazos y crucetas le dan estabilidad a la estructura para su operación adecuada

Estructura tipo “SV”, “ASV” y “ARV”

En las estructuras SV y ASV mencionadas; las crucetas trabajan a flexión y al corte y se considera la mayor carga actuante en el sentido vertical aplicado. En la estructura ASV la fuerza longitudinal es equilibrada por la retenida.

En la estructura tipo ARV; las crucetas trabajan a flexión y al corte y se considera la mayor carga actuante en el sentido longitudinal aplicado.

El poste soporta cargas en el sentido vertical trabajando a compresión y en el otro sentido a flexión dependiendo del elemento a considerar.

Estructura tipo “A1”, “T” y “2T”

Las estructuras tipo “A1” y “T” debido a las cargas aplicadas trabajan a compresión y flexión en el sentido de la carga vertical y longitudinal, las retenidas de ambas estructuras equilibran las cargas transversales, considerando el punto de aplicación.

En la estructura tipo “2T” las cargas transversales que soporta se equilibran con las retenidas en sus respectivos puntos de aplicación, las cargas longitudinales hacen que el poste trabaje a flexión.

Los cálculos mecánicos de las estructuras se desarrollan y muestran en los Anexos N° 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12.

3.7 PUESTA A TIERRA

Los materiales a utilizar serán los siguientes:

- Conductor de cobre puro, 25 mm² (contrapesos)
- Varilla de cobre puro de 16 mm (5/8” \varnothing) x 2,40 m de longitud
- Conector bifilar para conductor de cobre de 25 mm²

Para el sistema simple puesto a tierra, el valor de la puesta a tierra no debe de superar los 25 ohm. para la zona urbana, según recomendaciones de la norma americana NESC - National Electrical Safety Code.

Para el caso de las zonas urbanas y zonas con acceso pero no urbanas, se tienen valores de puesta a tierra que han sido definidos teniendo en cuenta los límites permitidos por las tensiones de toque y paso y las recomendaciones del

NESC; y para la zonas no accesibles solo se considera una puesta a tierra de tal manera que pueda dispersar las corrientes de falla.

Estos valores de puesta a tierra son los siguientes:

Para zonas inaccesibles y sin acceso 50 Ohm

Para zonas con acceso pero no urbanas 25 Ohm

Para zonas urbanas 10 Ohm

3.8 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Los niveles de pérdidas de potencia y energía en el sistema de transmisión son los siguientes:

MÁXIMA DEMANDA

AÑO	Sección de Conductor	Potencias Transmitidas			Pérdidas de la Línea		Barra Rioja	Barra Nva. Cajamarca	Caida de Tensión
		Potencia Aparente(s)	Potencia Activa(P)	Potencia Reactiva(Q)	Potencia Activa	Potencia Reactiva			
2005	95	1.524	1.321	0.76	0.006	-0.265	99.11	98.49	0.62
	120	1.522	1.32	0.759	0.005	-0.266	99.11	98.56	0.55
	150	1.553	1.319	0.82	0.004	-0.205	99.06	98.56	0.5
	240	1.638	1.317	0.973	0.003	-0.052	98.93	98.48	0.45
2015	95	5.116	4.122	3.03	0.059	-0.201	102.39	100.42	1.97
	120	5.104	4.11	3.026	0.047	-0.204	102.39	100.63	1.76
	150	5.134	4.101	3.089	0.038	0.141	102.34	100.74	1.6
	240	5.222	4.087	3.251	0.024	0.021	102.21	100.8	1.41
2025	95	9.752	7.518	6.211	0.222	0.059	99.91	96.04	3.87
	120	9.705	7.471	6.195	0.175	0.049	99.92	96.45	3.47
	150	9.709	7.435	6.224	0.139	0.103	99.9	96.74	3.16
	240	9.764	7.384	6.388	0.089	0.252	99.81	97.05	2.76

Cuadro N°3.4: Máxima Demanda de Energía eléctrica

DEMANDA MEDIA

AÑO	Sección de Conductor	Potencias Transmitidas			Pérdidas de la Línea		Barra Rioja	Barra Nva. Cajamarca	Caida de Tensión
		Potencia Aparente(s)	Potencia Activa(P)	Potencia Reactiva(Q)	Potencia Activa	Potencia Reactiva			
2005	95	0.77	0.724	0.262	0.002	-0.289	102.02	101.72	0.3
	120	0.769	0.723	0.262	0.001	-0.289	102.02	101.75	0.27
	150	0.794	0.723	0.327	0.001	-0.224	101.97	101.72	0.25
	240	0.873	0.723	0.489	0.001	-0.062	101.85	101.61	0.24
2015	95	2.696	2.252	1.482	0.018	-0.248	99.41	98.34	1.07
	120	2.692	2.248	1.481	0.014	-0.249	99.41	98.46	0.95
	150	2.724	2.246	1.542	0.011	-0.118	99.36	98.49	0.87
	240	2.811	2.242	1.695	0.008	-0.035	99.24	98.47	0.77
2025	95	5.07	4.073	3.019	0.064	-0.166	97.39	95.34	2.05
	120	5.044	4.058	2.997	0.049	-0.181	99.02	97.22	1.8
	150	5.071	4.048	3.055	0.039	-0.122	98.98	97.34	1.64
	240	5.153	4.034	3.206	0.025	0.029	98.87	97.43	1.44

Cuadro N°3.5: Demanda Media de Energía eléctrica

3.9 CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Para determinar las dimensiones de la base de la cimentación de las estructuras se considerará las cargas aplicadas, el tipo de suelo y el material de relleno a emplear:

$$M = F \left(h + \frac{1}{3} \right) \leq \frac{P}{2} x \left(L - \frac{4P}{3LG} \right) + CLt^3 \quad (3.20)$$

Donde:

M: Momento resistente del terreno considerando el tipo de cimentación y sus características propias del terreno.

F: Fuerza desequilibrada

P: Carga total que soporta la estructura más el peso propio del tipo de cimentación.

L: Base de la cimentación

G: Capacidad portante del suelo

C: Cohesión

t: Profundidad de enterramiento

Ma: Momento actuante

Mr: Momento resistente

Ma < Mr además $FS > 1$; $F.S. = Mr / Ma$

Para el tipo de cimentación se pueden considerar los tipos de suelos con sus características que se presentan a continuación:

Tipo de Suelo	Cimentación Tipo	Cohesión kg//m3	Esfuerzo kg/m2	Densidad kg/m3
I, II y III	CM1	0,65	3,50	2,60
I, II y III	CM1	0,65	3,50	2,60
	CM2	0,50	2,50	2,55
I, II y III	CM2	0,50	2,50	2,55

Cuadro N°3.6: Características de Tipos de suelos

Cimentación CM1:

Se aplica para el uso en el caso que el tipo de terreno tenga mejor capacidad portante, dependiendo de la carga actuante vertical así como del momento de volteo. El material de relleno estará compactado con material propio, para contrarrestar el momento de volteo.

Considerando el tipo de carga actuante para las armaduras se calculará el Momento de volteo en cada punto de aplicación.

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO

4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

4.1.1 Alcance

Comprende las normas generales y las especificaciones técnicas que cumplen los materiales y/o suministros instalados en cumplimiento del servicio de Montaje electromecánico de la Línea de Transmisión en 60 kV Rioja –Nueva Cajamarca.

4.1.2 Extensión de las prestaciones

De acuerdo a lo prescrito en los documentos contractuales el servicio se ejecutará hasta concluir el montaje y la puesta en servicio de la Línea; además siendo de necesidad para la conclusión del servicio y para que la Línea cumpla a cabalidad la finalidad para la cual fue diseñada, se ejecutarán trabajos adicionales, si fuese necesario. Finalmente, la extensión de las prestaciones comprende:

- Elaboración de los planos de fabricación y de los planos y esquemas de montaje.
- Montaje de los materiales y equipos en los talleres.
- Verificación de las características de los materiales y equipos suministrados.

A tal efecto, el contratista entregará los folletos técnicos de los equipos a suministrar, especificando su tipo y sus características eléctricas y mecánicas.

- Embalaje, embarque, transporte, desembarque y descarga a destinación y pruebas.
- Transporte del material y del personal de montaje.
- Todos los gastos de viaje y estancia de este último.
- Redacción de las notas de cálculo con planos de construcción y esquemas revisados conforme a obra.
- Toda intervención o reparación exigida en el periodo de garantía, la cual comprenderá piezas, trabajos y gastos.

4.1.3 Unidades de medida

En todos los documentos del presente suministro, incluyendo los documentos contractuales, se utilizará el Sistema Métrico Internacional de Medidas.

4.1.4 Marca de Identificación

Cada caja de embalaje llevará en un lugar visible la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Número de identificación y Nombre del producto embalado
- Nombre del proyecto
- Fecha de fabricación

4.1.5 Normas aplicables

Todos los equipos a instalarse, serán diseñados, construidos y probados de acuerdo a las recomendaciones establecidas en las siguientes normas:

INTERNACIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC).

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI).

AMERICAN STANDARD TESTING MATERIALS (ASTM).

DEUTTSCHER INDUSTRIE NORMEN (DIN).

VERBAU DEUSTTSCHER ELECTROTECHNIKER (VDE).

NORMA TECNICA PERUANA

4.1.6 Idioma

Toda la documentación, cálculos, títulos y notas de los dibujos estarán impresos en idioma español.

4.1.7 Planos, cálculos, manuales de operación y mantenimiento

El fabricante de los materiales entregará al propietario, catálogos donde se detallan los materiales suministrados y planos detallados a escala (no menos de 1/25) de cada uno de los equipos suministrados, los que se usarán en el montaje de la línea de transmisión. Así mismo se entregarán los Datos Técnicos que deberán incluir planos, características técnicas y detalles del embalaje propuesto.

4.1.8 Características Generales de los equipos

4.1.8.1 Galvanizado

Los materiales y equipos galvanizados cumplirán los siguientes términos:

- El galvanizado será hecho en caliente de acuerdo a norma ASTM o VDE.
- Se garantizará que el proceso de galvanización no introduzca esfuerzos impropios o modificaciones en la resistencia mecánica del equipo o material.
- La capa de zinc depositada en el equipo o material será uniforme, libre de rebabas, excoiaciones, cangrejas o cualquier deformación.
- El espesor mínimo de la capa de zinc depositada en el equipo o material será equivalente a 610 gramos de zinc por m² de superficie y en ningún caso inferior a 70 micrones de espesor.

4.1.8.2 Factores de seguridad

Los factores de seguridad de los equipos o materiales suministrados no serán inferiores al exigido en las normas respectivas.

4.1.9 Transporte, Almacenaje y Lugar de Entrega

El transporte se efectuará de tal manera que en los embarques, desembarques y todo tipo de transporte, las cajas no sean sometidas a esfuerzos que produzcan daños al material.

El almacenaje se efectuara en zonas secas y fuera de contacto con otros materiales metálicos que ocasionen su corrosión.

En el lugar de entrega es en la obra, el proveedor dispondrá de todas la facilidades para entregar las cajas debidamente ordenadas y clasificadas.

4.2 CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO

4.2.1 Descripción del material

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambres de aleación de aluminio- magnesio-silicio, cuya composición química estará de acuerdo con la Tabla 1 de la norma ASTM B 398; el conductor de aleación de aluminio será desnudo y estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central; los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha, las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

4.2.3 Información técnica requerida

Se acompañará información sobre el comportamiento de los conductores frente la vibración, recomendando esfuerzos de trabajo adecuados, así como datos sobre los accesorios que los protejan del deterioro por vibración.

4.3 CABLE DE GUARDA

4.3.1 Descripción del material

El cable de guarda será fabricado de acero galvanizado de grado EXTRA ALTA RESISTENCIA (EHS); tiene las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

El galvanizado aplicado a cada alambre corresponde a la clase C según la Norma ASTM A 90.

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda, con un paso de no más de 16 veces el diámetro nominal del cable.

4.3.2 Información técnica requerida

Se acompañara información sobre el comportamiento del cable de guarda frente la vibración, recomendando esfuerzos de trabajo adecuados, así como datos sobre los accesorios que los protejan del deterioro por vibración.

4.4 POSTES DE MADERA

4.4.1 Normas

Los postes de madera, materia de la presente especificación técnica cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

AWPA : AMERICAN WOOD PRESERVER'S ASSOCIATION
STANDARD

ANSI O5.1: AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE FOR
WOOD POLES--SPECIFICATIONS AND DIMENSIONS

REA Bulletin 44-2:"Specification for Wood poles, Stubs, and Anchor Logs and
for preservative treatment of these material".

REA Bulletin 44-4: "Guideline for Independent Inspection and Quality Control of
Timber Products".

REA Standard DT-19: "Quality Control Inspection of Timber Products".,

Además, las crucetas y brazos cumplirán con los requisitos complementarios
que se indican en la presente especificación.

4.4.2 Condiciones ambientales

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

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 1000 m
- Humedad relativa : 50 a 95%
- Temperatura ambiente : 0°C a 40°C
- Precipitación pluvial : moderada a intensa

4.4.3 Características técnicas

4.4.3.1 Especie

Los postes procederán de madera en verde de primer corte y estarán
fabricados de la especie forestal madera Pino canadiense, cuyas características
forman parte de la presente especificación.

Los postes de madera tendrán las siguientes características:

Longitud (pies)	55	55	60
Clase	3	4	4
Fuerza en la punta (kg)	1360	1360	1360
Diámetro mín. en la punta (cm)	18,5	16,9	16,9
Diámetro mínimo en la Base(cm)	37	34,7	36
Especie de Madera	Southern Yellow Pine		
Preservante	Solución de creosota y alquitrán de hulla inyectado a presión.		

4.4.3.2 Defectos prohibidos

Los postes estarán libres de los defectos prohibidos que se indican en las normas señaladas en el numeral 4.4.1 de la presente Especificación Técnica.

4.4.3.3 Defectos tolerables y limitados

Los postes estarán libres de defectos, aceptándose solo los señalados en las normas indicadas en el numeral 4.4.1; cumplen, además, con lo siguiente:

a. Nudos

- En postes que presenten cuatro nudos o más localizados en un tramo de longitud de 75 mm (3"), la suma de los diámetros de estos nudos no será mayor a la mitad de la suma máxima de diámetros indicado en la Tabla N° 2 de la norma ANSI O5.1. Para este fin se tomará en cuenta los nudos que tengan diámetros mayores a 13 mm (0,5").
- No se aceptaran nudos con madera podrida.

b. Curvatura

- Postes presentarán una curvatura en un plano y en una sola dirección medida de acuerdo al diagrama 1, figura 1 de la norma ANSI O5.1; las flechas admisibles serán las mostradas en el siguiente Cuadro :

Postes		Flecha	Flecha
m	pies	mm	pulgadas
18.29	60	132	5.2
16.76	55	120	4,75

Cuadro N° 4.1: Flechas admisibles para postes

- Se aceptarán postes con dos curvaturas si la línea recta que conecta el punto medio de la base con el punto medio de la cabeza se encuentra dentro del cuerpo del poste.

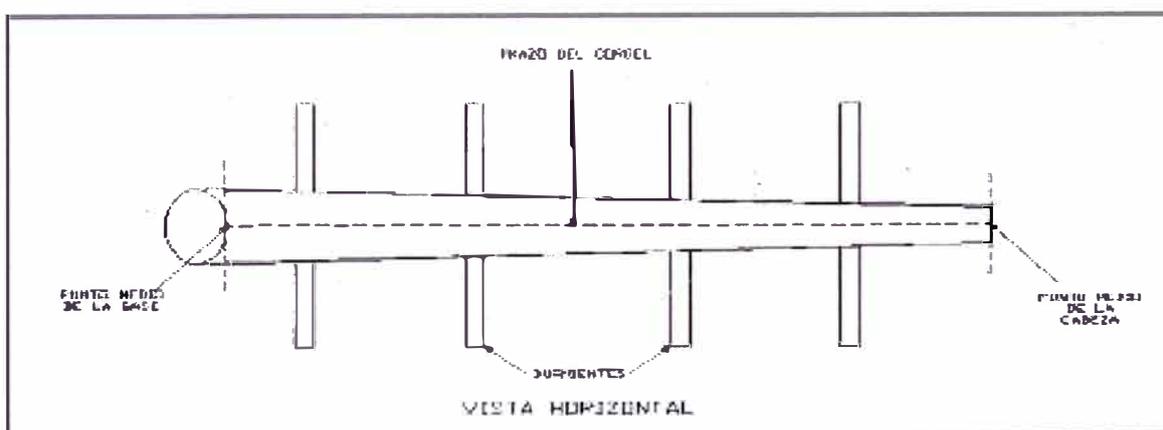


Fig. N°4.2: Trazo del cordel sobre el poste para verificar si la línea recta se encuentra dentro del cuerpo del poste

- No se aceptarán postes con torcedura o doble torcedura indicados en el diagrama 3, casos 1, 2 y 3 de la norma ANSI O5.1 para la especie fabricada.

c. Rajaduras y Grietas.

- Se aceptarán postes con grietas longitudinales en cualquier punto del poste, si éstas tuvieron una abertura y longitud menores a 9 mm (3/8”) y 1200 mm (48”) respectivamente, medidas después del secado y antes de su tratamiento de preservación.

d. Cicatrices

- No se aceptarán postes con cicatrices que estén ubicadas a 600 mm (24”) debajo y sobre la Línea de Tierra. Para las cicatrices que se encuentren en otros puntos del poste, se aceptarán las que tengan una profundidad de hasta 25 mm (1”), una longitud no mayor de 178 mm (7”) y un ancho que no supere el 10% de la circunferencia en el punto de mayor abertura; estas cicatrices estarán libres de podredumbre o daños de insectos.

e. Ataque de insectos

- No se aceptarán postes que presenten ataques de insectos (galerías, perforaciones).

4.4.3.4 Fabricación

En la fabricación de los postes se cumplirán con las normas que se indican en el numeral 4.4.1; y además, se cumplen con los requisitos siguientes:

- Los postes serán fabricados de la especie forestal Pino canadiense.
- Los postes tendrán dos marcas, la primera en la sección de la base y la segunda a 4,27 m (14 pies) de la base, impreso en bajo relieve utilizando el equipo quemador, con la descripción y medidas señaladas en la nota de la norma ANSI O5.1 y AWWA Item M6.
- Los postes estarán enteros, sin perforaciones ni incisiones; el corte de la base y de la cabeza es perpendicular a su eje.

- El método del secado será propuesto por el proveedor para aprobación y conformidad del propietario.
- Los postes que lo requieran, utilizarán placas metálicas galvanizadas anticuardeo y/u otro accesorio que permita la protección de las rajaduras.

4.4.3.5 Dimensiones

Las dimensiones de longitud y circunferencias mínimas en la Línea de Tierra y Cabeza estarán de acuerdo con la norma indicada en el numeral 4.4.1; además, se cumplen con los requisitos siguientes:

- La circunferencia en la parte superior del postes fue medido a 25,4 mm (1”) debajo de la cabeza.
- La longitud real de los postes no es menor a 150 mm (6”) o mayor a 300 mm (12”) respecto a la longitud nominal de los mismos.

4.4.3.6 Característica mecánicas del material requerido

La norma que sustente la calidad mecánica de los postes consignarán todas las propiedades mecánicas que se requieren en la presente especificación.

4.4.3.7 Preservado

- a. Los postes serán preservados a Vacío - Presión de acuerdo con las Normas indicadas en el numeral 4.4.1, aceptándose únicamente los siguientes tipos de preservante y valores de retención y penetración
- CCA–Tipo C, con la composición química y pureza indicada en el numeral P5 – 95 sección 6 de la norma AWWA, con una retención mínima 12,8 kg/m³ (0,8 lb/pulg³) y con una penetración indicada en las normas del numeral 2 para la especie forestal

- La norma vigente, versión original que especifique la especie forestal y los datos técnicos respectivos.
- Certificado de la especie forestal suministrada.
- El método de secado para la especie forestal suministrada.

4.4.6 Información técnica entregada por el Contratista

- El Cronograma de producción mensual e inspección de los postes en fábrica.
- Protocolo de la Inspección Independiente.
- Diseño de la estructura de madera para cubrir los postes con Yute.
- Formato de la hoja de carga que uso el proveedor durante el preservado.

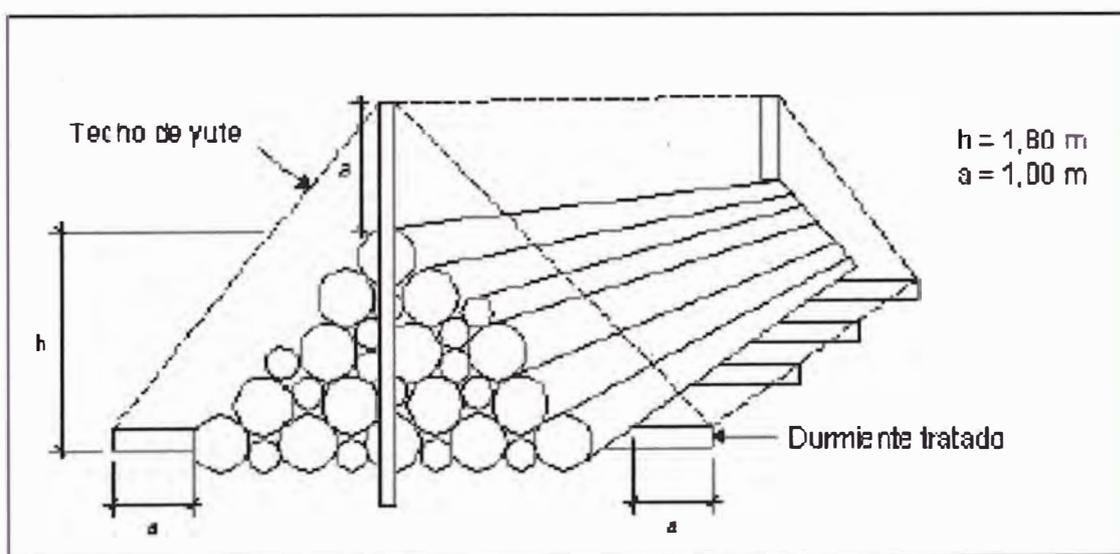


Fig N° 4.3: Apilado de postes de madera en almacén del propietario

4.5 CRUCETAS Y BRAZOS DE MADERA

4.5.1 Normas aplicables

Las crucetas y brazos de madera de procedencia nacional, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

ITINTEC 251.001	GLOSARIO DE MADERAS
ITINTEC 251.005	CRUCETAS DE MADERA
ITINTEC 251 026	PENETRACION Y RETENCION
ITINTEC - 251.034	PRESERVACION A PRESION
ITINTEC - 251.035	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRESERVANTE Y RETENCIÓN.

4.5.2 Condiciones ambientales

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

- Altitud sobre nivel del mar hasta 1000 m.
- Humedad relativa : 50 a 95%
- Temperatura ambiente : 0°C a 40°C
- Precipitación pluvial moderada a intensa

4.5.3 Requerimientos técnicos del material

4.5.3.1 Generalidades

Se define a las crucetas y brazos como toda pieza de madera aserrada y cepillada de forma de paralelepípedo, de escuadría, longitud y perforaciones especificadas, destinada a sostener líneas aéreas.

4.5.3.2 Especie forestal

- Las crucetas y brazos de madera de procedencia nacional estarán fabricados de la especie forestal *Cedrelinga catenaeformis* denominada comercialmente Tornillo rojo.
- La madera será de primer corte, de densidad selecta, cuyas características mecánicas son iguales o superiores a las consignadas en las Normas.

4.5.3.3 Defectos prohibidos

No se aceptarán las crucetas y brazos que presenten los siguientes defectos:

- Rajaduras transversales o fracturas.
- Nudos con podredumbre de madera.
- Madera de tensión.
- Pudrición por hongos xilófagos.
- Daños por insectos con galerías u orificios en racimo.
- Nudos agrupados.
- Baja densidad o madera quebradiza.
- Acebolladuras.
- Aristas con cantos vivos.
- Presencia de nudos en las aristas.
- Presencia de médula.

4.5.3.4 Defectos limitados

- El grano es paralelo al eje longitudinal de la cruceta, su desviación no excede de 25 mm en 250 mm de longitud paralela a la arista.

- No se admitirá agujeros de nudos, ni orificios producidos por insectos que exceda a 10 mm de diámetro y de 15 mm de profundidad (Fig.4.4a). Tampoco se aceptarán orificios producidos por insectos o nudos que conecten diferentes caras de las crucetas y brazos (Ver Fig.Nº 4.4b,c, d,e).

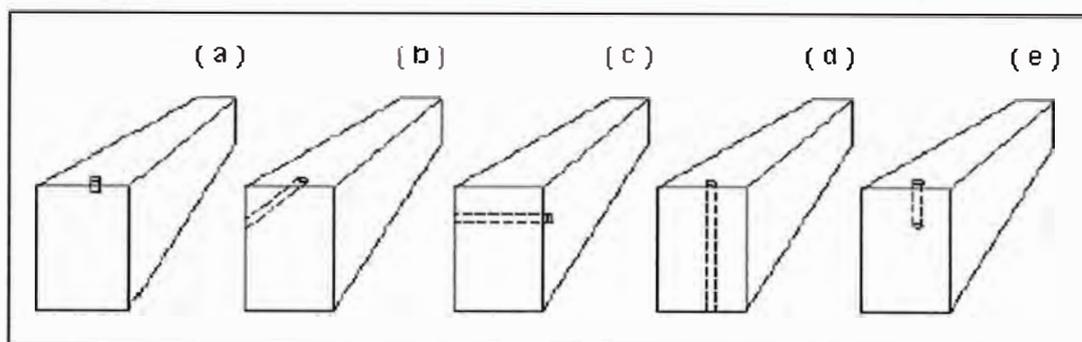


Fig. N° 4.4: Profundidad y orientación de los orificios en las crucetas y brazos

- En cualquiera de las caras no se aceptará nudos que tengan un diámetro mayor a un $\frac{1}{3}$ del ancho de la cruceta y brazo; ni nudos que se encuentren en la arista o conecten dos aristas opuestas:

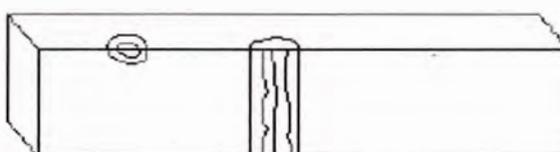


Fig. N° 4.5: Nudos ubicados en la arista y entre aristas

- En cualquiera de las caras de las crucetas o brazos no se aceptarán nudos en racimo o en grupo.
- La longitud de una grieta en cualquiera de las caras de la cruceta o brazo, no será mayor a un octavo $\frac{1}{8}$ de la longitud nominal de la cruceta o brazo. En cualquiera de las secciones finales, la longitud o profundidad de una

sola grieta no será mayor a la mitad ($\frac{1}{2}$) del ancho de la cruceta o brazo; o la suma de profundidades en las caras opuestas no es mayor a la mitad ($\frac{1}{2}$) del ancho de la cruceta o brazo.

- En cualquiera de las secciones finales, la longitud de una rajadura no será mayor a la mitad ($\frac{1}{2}$) del ancho de la cruceta.

4.5.3.5 Secado

Previamente al tratamiento de preservación, las crucetas y brazos se secarán al horno hasta un contenido de humedad no mayor al 22 % medido a dos centímetros de profundidad, aceptándose un gradiente de humedad no mayor al 5% del centro hacía la superficie de la cruceta o brazo.

4.5.3.6 Fabricación

- Las crucetas y brazos tendrán el grano paralelo, el corte será limpio y escuadrado en las secciones finales. Asimismo, las crucetas y brazos estarán cepilladas y lijadas en sus cuatro caras y no se aceptarán astillados por un incorrecto cepillado.
- En las crucetas y brazos se aceptará una tolerancia de ± 3 mm ($\pm 1/8''$) en el lado mayor de la sección (h) y hasta ± 2 mm en el lado menor (b), medidos a la mitad y en extremos.
- La longitud de la cruceta y brazos no será menor ni mayor a 6 mm respecto a la nominal especificada.
- Las crucetas y brazos no presentarán perforaciones de ningún tipo.
- Se aceptarán incisiones no mayores a 5 mm de profundidad en las crucetas y brazos.

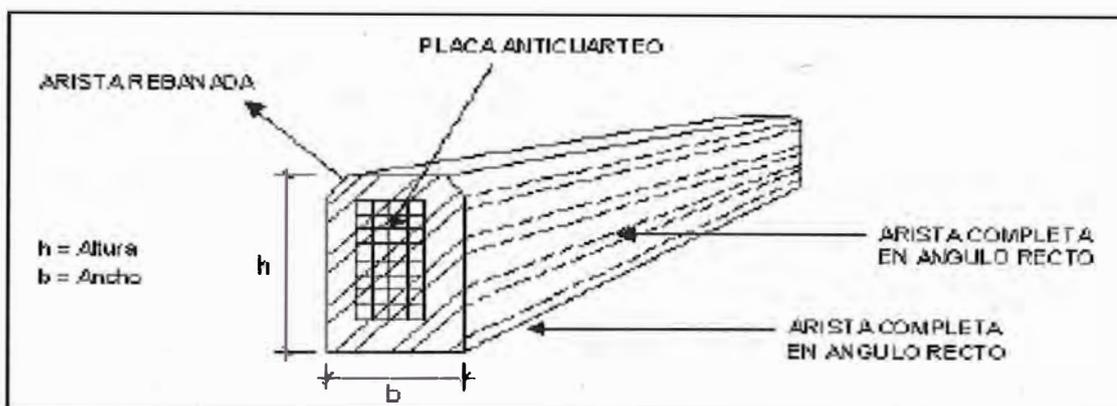


Fig. N° 4.6: Cruceta con chamfer en las aristas superiores, incisiones y partes de la sección.

- La sección de las crucetas y brazos tienen forma rectangular con las aristas completas; solo para las crucetas se aceptará el rebanado (Chamfer) en las aristas superiores en una dimensión de $9 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ en un ángulo de 45° .

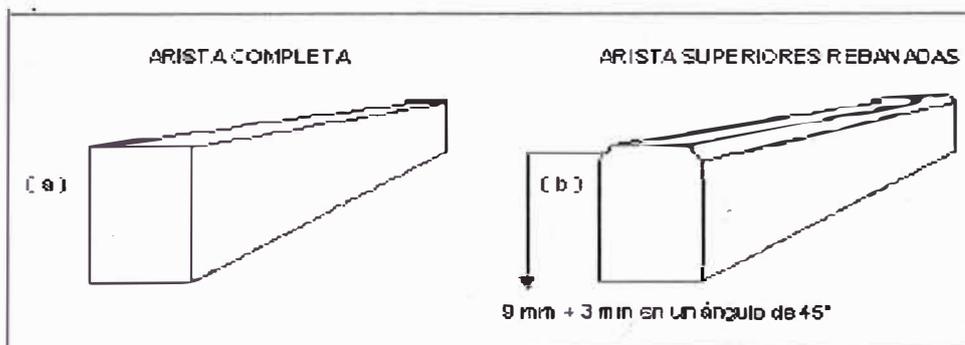


Fig. N° 4.7: Sección completa y rebanada de crucetas

- Se aceptarán placas anticuarteo fabricadas de acero galvanizado en las dos secciones extremas de las crucetas.

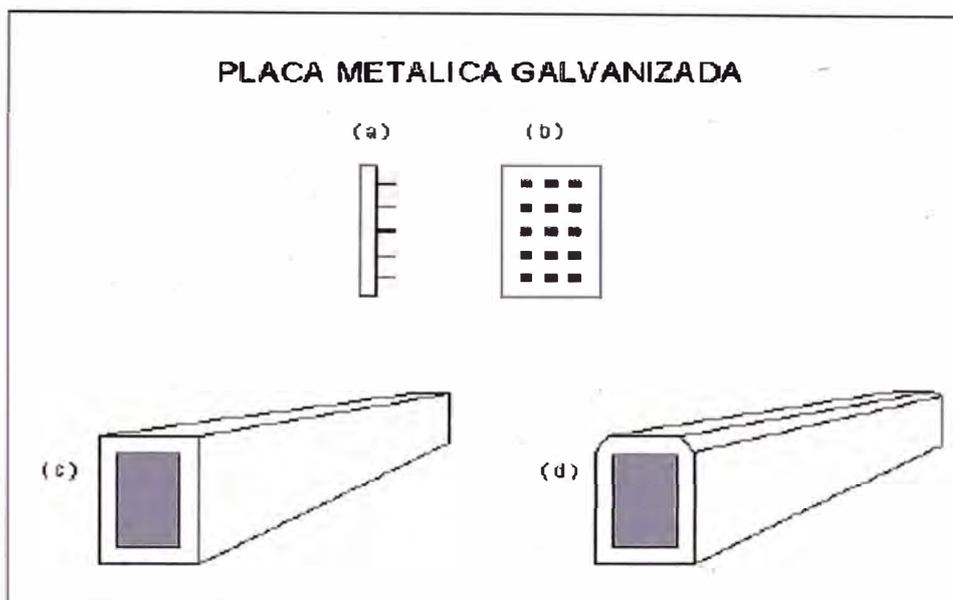


Fig N° 4.8: Placas anticuarteo secciones finales de la cruceta

4.5.3.7 Preservado

- Las crucetas y brazos estarán preservados con compuestos hidrosolubles CCA –C bajo el método vacío – presión, de acuerdo con las normas indicadas en el numeral 2 de la presente Especificación. La retención mínima será de 4 kg/m³ en dirección al grano, con una penetración parcial irregular y absorción de buena a moderadamente permeable (PADT – REFORT).
- Todas las crucetas y brazos tendrán una placa metálica o marca en bajo relieve que consigne el número de carga que le corresponde.
- El proveedor sustentará la calidad del preservante con un certificado, que consigne su composición química y balance porcentual, los mismos que estarán de acuerdo con las prescripciones de las normas indicadas en el numeral 2 de la presente Especificación Técnica.

4.5.4 Características técnicas

- Las crucetas y brazos que el proveedor entregue deberán cumplir con las características consignadas en la presente especificación.
- Las dimensiones solicitadas corresponderán al acabado final.

4.5.5 Marca

- Todas las crucetas y brazos estarán marcados con equipo quemador de manera legible y contendrán la siguiente información:
- Nombre del fabricante o símbolo.
- Año de fabricación.
- Especie forestal de la madera.
- Designación del preservante.
- Retención del preservante.

4.5.6 Almacenamiento y lugar de entrega

- a. El Proveedor entregará las crucetas y brazos en los almacenes del Propietario debidamente ordenados y apilados horizontalmente sobre durmientes de madera y cubiertos con un techo que ofrecen sombra permanente a cada ruma (Ver Figura N° 4.9). Las condiciones de almacenamiento permitirán mantener el nivel, ventilación y protección de las crucetas y brazos contra los rayos solares y lluvia.
- b. Será responsabilidad del Proveedor la carga, descarga y entrega de las crucetas y brazos debidamente apilados sobre durmientes de madera.
- c. Para el apilado se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las crucetas y brazos estarán apilados sobre durmientes de madera preservada que los separe del suelo 20 cm en todos sus partes; se evitará desniveles a fin de no ocasionar deformaciones.
- Las crucetas y brazos apilados se mantienen bajo sombra permanente y separadas con listones y filetes de madera entre hileras de crucetas y paquetes de tal manera que permiten la libre circulación de aire.
- En la carga, descarga y apilado no se usarán maquinaria y/o herramientas con puntas que dañen las crucetas y brazos.

4.5.7 Información técnica ha suministrar

La información técnica del proveedor contendrá la siguiente

documentación:

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- El método de secado para las crucetas y los brazos de madera.
- Certificado de la especie forestal.
- Certificado de primer corte expedido por el Ministerio de Agricultura más cercano a la localidad donde se encuentra el bosque para la fabricación de postes requerido bajo esta especificación.

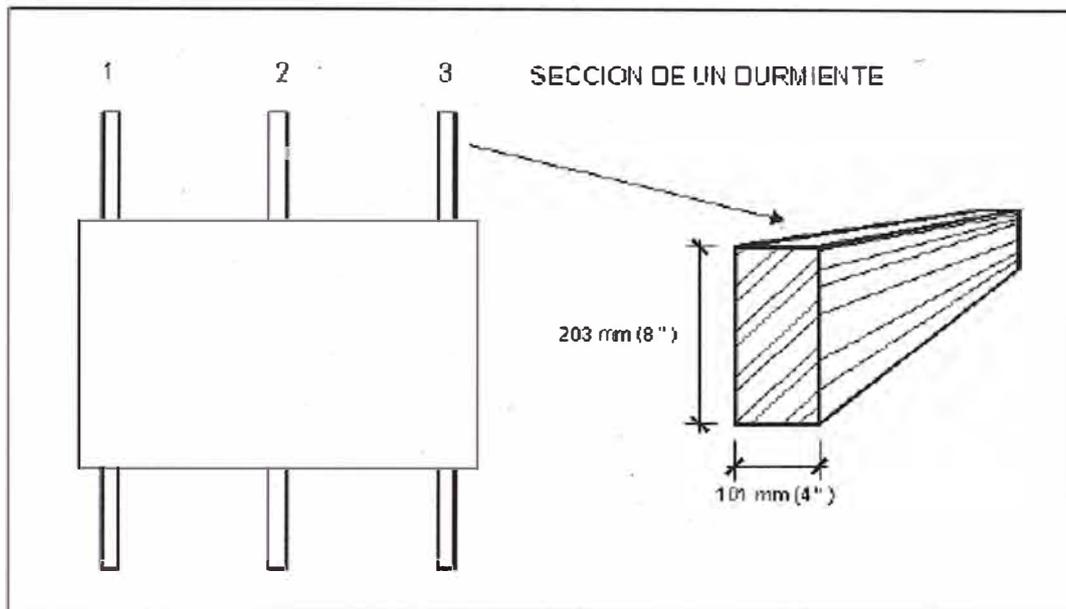


Fig. N° 4.9.a: Sección y número de durmientes por ruma

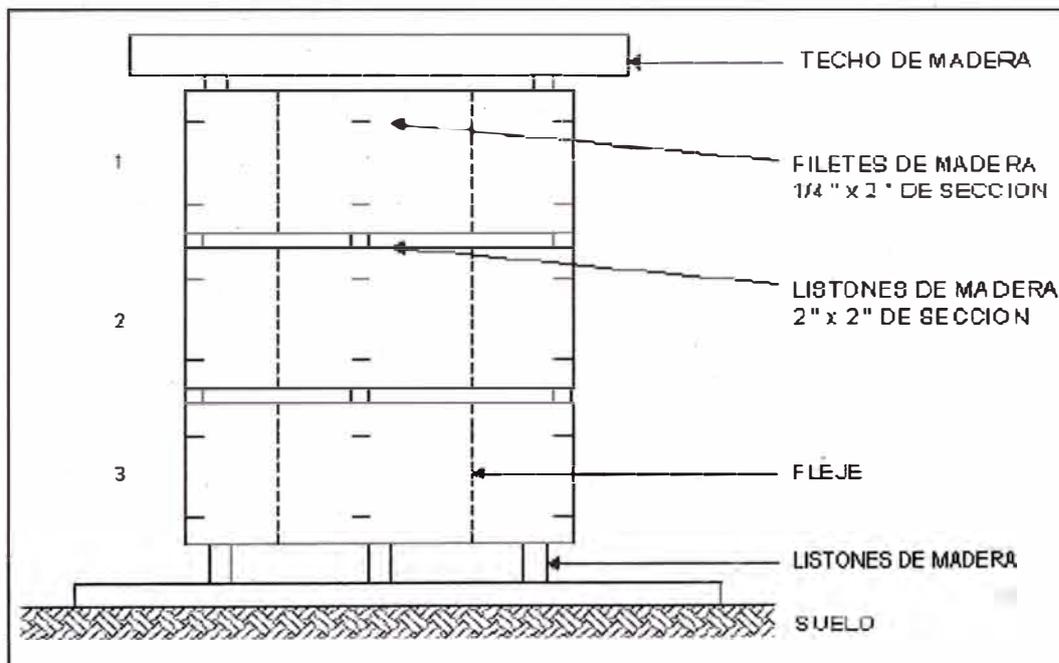


Fig. N° 4.9.b: Ruma de tres paquetes de cruceas con sombra de madera y separadores de madera (filetes y listones)

4.6 CABLE DE ACERO DE GRADO EXTRA ALTA RESISTENCIA (EHS) PARA RETENIDAS

4.6.1 Descripción del material

El cable para las retenidas estará fabricado de acero galvanizado de grado EXTRA ALTA RESISTENCIA (EHS); tiene las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados. El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponde a la clase C según la Norma ASTM A 90.

4.6.2 Cableado

Los alambres de la capa exterior estarán cableados en el sentido de la mano izquierda, y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

4.6.3 Uniones y empalmes

Previamente al trefilado, se aceptarán uniones a tope realizadas con soldadura eléctrica. En cables formados con 3 alambres no se permitirá ninguna unión en los alambres terminados. En cables de 7 alambres, se aceptarán uniones en alambres individuales solo si no existiera más de una unión en un tramo de 45,7 m del cable terminado.

No se aceptarán, en ningún caso, uniones o empalmes realizados al cable terminado.



Fig. N° 4.10: Se puede apreciar los postes y crucetas de madera, así mismo se ve el cable de acero para retenida con su respectiva ferretería.

CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

5.1 ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES

En estas especificaciones técnicas, se definen las principales actividades que se realizarán en cumplimiento del montaje electromecánico de la línea de transmisión en 60 kV Rioja – Nueva Cajamarca.

El trabajo comprende todas las acciones desarrolladas, desde el replanteo, montaje en general, pruebas y puesta en servicio de la línea de transmisión y están definidas en detalle en las Especificaciones técnicas, metrados y planos

5.2 DOCUMENTOS CONFORME A OBRA

5.2.1 Registros y planillas

Durante el proceso de montaje, se realizará el registro en planillas de formato aprobado y en un juego de planos del proyecto (incluyendo los planos de perfil y planimetría de la línea), de todas las particularidades que permitan una exacta referencia de la obra construida; permitiendo a la empresa propietaria un adecuado mantenimiento del proyecto a su posterior modificación.

Los planos de distribución de las estructuras mostrarán la exacta ubicación de cada estructura con marcas de referencia, de modo que, conjuntamente con las planillas de la línea, se disponga fácilmente de la información sobre los tipos de estructura, cimentaciones, aisladores, etc.

Los planos se harán complementados, donde corresponde, por croquis para delinear las posiciones límite de estructuras que no pueden ser claramente indicadas en los planos.

5.2.2 Planos de Replanteo

Los planos que conformarán el informe final, serán conforme a obra y serán los que se utilizaron en la ejecución, los cuales estarán plenamente concordados con los trabajos realizados en el sitio de la obra, estarán refrendadas por los profesionales responsables del montaje.

5.3 TRABAJOS A REALIZAR

Se ejecutarán todos los trabajos ó tareas requeridas para construir la línea de transmisión materia del contrato. Se entregará al propietario una instalación completa y funcionando, construida en conformidad con lo prescrito en los planos, las especificaciones técnicas y el contrato, y con la técnica más moderna aplicable a tal instalación.

Las tareas principales que serán ejecutadas se listarán a continuación y algunas de esas tareas se describen en detalle más adelante en esta especificación:

- a) Recepción, en el lugar fijado en el contrato de todo el equipo y material que le será entregado; habiéndose comprobado en presencia del supervisor, el estado y cantidad de estos.
- b) Transporte hacia sus almacenes, almacenamiento y conservación del equipo y material recibido y de aquel adquirido por él.
- c) Transporte al lugar de la obra, de acuerdo al programa de trabajo, del equipo, material y de los suministros de toda naturaleza necesarios para la ejecución de la obra.

- d) Replanteo de la ubicación de todos los equipos sobre el terreno de acuerdo a los planos pertinentes y en estrecha coordinación con el propietario y la supervisión.
- e) La ejecución de las cimentaciones, incluyendo todos los suministros que serán entregados por el propietario.
- f) Elaboración de la ingeniería de detalle y los planos de ejecución de obra, los mismos que serán entregados y aprobados por el supervisor.
- g) El transporte a los puntos designados por el propietario del material no utilizado.
- h) Todos los trabajos de arreglos a ser efectuados, aún después de terminado el montaje para la instalación, que responda a todas las prescripciones de los reglamentos en vigencia y para que los compromisos tomados entre el propietario y el contratista sean respetados.
- i) Pruebas definidas en los documentos técnicos del proyecto.

5.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD

5.4.1 Plan de seguridad

El plan de seguridad que se implementará para la normal ejecución de los trabajos comprenderá, entre otros:

- a) La seguridad del personal del contratista, del personal del propietario destacado en la obra, del personal de control y administración, así como de terceros.
- b) Medicinas y equipo de primeros auxilios.
- c) Medios de transporte adecuados para el traslado de heridos o enfermos.
- d) Higiene en las zonas de trabajo.
- e) Seguridad de las instalaciones contra agentes atmosféricos, animales o bichos y acción de terceras personas.

- f) Riesgos contra la electrocución del personal de obra.
- g) Medidas de seguridad comunes que pueden ser necesarios por la presencia de varios contratistas en la zona de trabajo.

El personal recibirá charlas de seguridad diarias, así como instrucciones precisas para que su presencia en obra y los trabajos que realice se hallen en armonía con los otros contratistas que trabajan en el mismo lugar.

5.4.2 Prevención de accidentes

Durante la ejecución del servicio, el personal estará provisto de documentos de identificación que permitirán controlar su presencia.

Siempre que realicen las labores de su responsabilidad, estarán provistos de cascos y otros elementos de seguridad. Durante los trabajos, se tomará todas las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes de su personal ó de terceros.

5.5 TRABAJOS PRELIMINARES

5.5.1 Replanteo topográfico

5.5.1.1 Planos entregados

El trazo de la línea y la distribución de las estructuras y/o postes a lo largo del perfil, así como la definición de los tipos de estructuras y/o postes a emplearse serán entregados por el propietario en planos, en los que se representa el perfil del trazado a escala normalizada.

Los trazos y la distribución de las estructuras y/o postes entregados, serán a nivel de Ingeniería Básica.

Existen tramos de Línea en los cuales será necesario ejecutar desplazamientos, desviaciones del trazo, o cambios en la distribución de las estructuras, en dichos lugares se someterá estas modificaciones a la aprobación por el propietario y la supervisión. Las causas de las modificaciones serán condiciones locales y particulares del terreno o impedimentos de carácter legal al no lograr (el propietario) el establecimiento definitivo de la servidumbre.

5.5.1.2 Ejecución del replanteo

Se ejecutarán las inspecciones y controles, a lo largo del trazo de la línea, verificando la corrección del levantamiento topográfico del trazo plano-almétrico. En todas las partes donde, por variaciones del trazado debido a fallas de correspondencia del levantamiento u otras causas que no son responsabilidad del contratista, se verificará la necesidad de realizar variaciones con respecto a lo indicado en los planos entregados, se elaborará y presentará los planos y especificaciones técnicas que sustituyan a aquellos entregados, y mediante los cuales se solucionarán los problemas presentados.

5.5.1.3 Ubicación de las Estructuras

Para cada sección de la obra, Se ejecutará el replanteo del trazado, marcando la posición de cada estructura y/o poste mediante una señal visible y efectuando los levantamientos necesarios para determinar los eventuales desniveles entre los postes y el tipo de cimentación más adecuado.

Se someterá a la aprobación de la supervisión la planilla de estructuras replanteadas, indicando el tipo de cimentación propuesto en cada una de las estructuras.

5.5.1.4 Orientación de las Estructuras

La orientación de las estructuras a lo largo del eje longitudinal de la línea se definirá de acuerdo a las particularidades del entorno, considerando el tipo de armado de cada estructura.

En principio, las estructuras estarán orientadas de manera que las crucetas en tramos rectilíneos sean perpendiculares al eje de la línea. Mientras que las crucetas de estructuras en ángulo bisecarán el ángulo formado por los ejes de los dos tramos adyacentes.

5.5.1.5 Planos de Servidumbre

Serán entregados por el Propietario y delimitarán el área geográfica reservada para operaciones de construcción, operación y mantenimiento de la línea, indicando ubicaciones finales de estructuras, de accidentes geográficos, caminos y otras vías, así como de instalaciones existentes, por las que atraviesa la línea.

5.5.1.6 Cruce con otros servicios públicos

En la ruta de la Línea existen cruces con otros servicios públicos tales como Líneas y Redes de media tensión y Carreteras o Calles, en estos puntos se verificarán y se someterán a la aprobación de la Supervisión las DMS. Antes de iniciar el tendido de los conductores a lo largo o transversalmente a líneas eléctricas, líneas de telecomunicaciones o carreteras; se notificará y/o coordinará con las autoridades competentes, sobre la fecha y duración de los trabajos previstos.

Los avisos de peligro o advertencia serán colocados para garantizar la seguridad del público y realizar los trabajos en el menor tiempo posible.

5.5.1.7 Limpieza de franja de servidumbre

En toda la ruta y previa autorización de los propietarios, se llevará a cabo el despeje de todos los árboles y arbustos existentes en la franja de servidumbre (8 m a cada lado del eje de la Línea)².

Los árboles y arbustos se cortarán a una altura no menor de un metro del nivel del terreno. Todos los árboles y arbustos caídos serán removidos de una faja de 8 m a cada lado del eje central de la línea. Los árboles y arbustos caídos fuera de esta faja no sobresaldrán más de dos metros del nivel del terreno.

Debido a que la vegetación debe preservarse, se tomarán todas las precauciones posibles para reducir los daños tanto a ésta como al terreno.

² Código Nacional Electricidad Suministro, Tabla #219, vigente a partir del 1 de julio de 2002

5.5.1.8 Daños a Propietarios

Se tomarán todas las precauciones para evitar daños y/o alteraciones a propiedades, caminos, desagües, cercos, murallas, árboles, cosecha y similares, y se asegurará que el personal esté apropiadamente supervisado e instruido para tal fin. En todo caso se podrá tener la potestad de aplicar la Norma Sobre Imposición de Servidumbres³ que permite el uso de esta franja sin el consentimiento del propietario del terreno.

³ Norma Sobre Imposición de Servidumbres DGE 025-P-1/1988

5.5.2 Caminos de acceso

Se deberá definir, en los plazos fijados en los documentos contractuales, los caminos que se requiera construir o mejorar para el acceso al punto de ubicación de

las estructuras, según los planos de distribución de estructuras y planillas correspondientes.

Se someterá a la aprobación de la supervisión el trazo de los caminos de acceso propuestos, pudiendo la supervisión disponer la variación del trazo en ciertos tramos o la construcción de caminos adicionales. La pendiente del camino será, en la medida de lo posible menor al 10%.

Se efectuará una labor de mantenimiento necesaria para conservar el tráfico durante la etapa de construcción y montaje hasta la recepción de obra.

5.5.2.1 Notificación de acceso

Antes de comenzar los trabajos en cualquier propiedad, se deberá obtener del propietario un cuadro de los derechos de paso que muestre detalles de cualquier requerimiento especial de los arrendatarios o propietarios. Así mismo deberá notificar a los ocupantes y propietarios del comienzo de los trabajos, por lo menos, con siete días de anticipación. En caso de dificultades se deberá notificar a la supervisión.

5.5.3 Campamentos

De acuerdo a lo estipulado en los documentos contractuales, se proveerá de los campamentos requeridos que permitan tanto a la supervisión como al propietario, el adecuado desarrollo de sus actividades. Dichos campamentos incluirán:

Alojamiento para personal.

Alojamiento para la supervisión

Oficinas de administración.

Oficinas para la supervisión

Almacenes de equipos y materiales.

Botiquín de primeros auxilios.

Servicios higiénicos.

Servicios auxiliares.

Los campamentos no constituirán instalaciones del proyecto; es decir, serán instalaciones temporales construidas y/o alquiladas a terceros por el contratista.

De ser construidos, se utilizarán elementos portátiles e incluirá:

Movimiento de tierra.

Excavaciones y rellenos.

Desbroce y limpieza.

Piso de cemento en áreas de alojamiento colectivo, oficinas, botiquín.

5.5.4 Estudio Geológico Geotécnico

El estudio geotécnico y geológico está directamente vinculado con los criterios de diseño y verificación de las cimentaciones. En este sentido, antes de efectuar los estudios, se someterá a la aprobación de la supervisión los criterios a tomar en el diseño de cimentaciones y en base a ello se programará y definirá el estudio.

Se ejecutarán los mencionados estudios debiendo presentar los resultados y conclusiones en un informe del estudio geotécnico.

En dicho informe deberán estar definidos los tipos de suelo y las características de los mismos, tales como capacidad portante, ángulo del talud, peso específico y otros que servirán para definir los tipos de cimentación de las estructuras.

5.5.5 Materiales de construcción

En base a una inspección geológica y a ensayos de laboratorio, se ubicarán las canteras aptas de materiales de construcción que se encuentren a lo largo del trazo de la línea de transmisión.

5.6 EXCAVACIÓN, IZAJE Y CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

5.6.1 Alcance

Se verificará que la capacidad de carga del suelo sea compatible con el tipo de cimentación previsto, además se entregará a la supervisión los análisis de suelos y cálculos de capacidad de carga respectivos para su revisión y aprobación correspondiente. Las modificaciones del tipo de cimentación serán aprobadas por la supervisión.

5.6.2 Excavaciones

5.6.2.1 Criterios de ejecución de las excavaciones

Los trabajos de excavación se ejecutarán con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados a cada tipo de terreno, con el fin de no alterar la cohesión natural del terreno y/o de la roca y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación alrededor de la fundación.

5.6.2.2 Taludes

Se determinará para cada ubicación los taludes de excavación mínimos necesarios, asimismo se tomarán las medidas necesarias para asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación.

5.6.2.3 Dimensiones de la excavación

El volumen de la excavación para cada estructura será el mínimo compatible con la estabilidad de las paredes y se realizará en función de lo indicado en:

- Planos de cimentación del proyecto salvo cuando los resultados de los ensayos geológicos consideraron lo contrario.
- Planos de cimentación de tipos de estructuras no consideradas en el proyecto, que serán propuestos por el contratista y aprobados por la supervisión.

5.6.2.4 Sección y profundidad de la excavación

La sección y profundidad de las cimentaciones estará en función de la longitud, tipo de estructura utilizada y tipo de terreno, se han considerado las siguientes tipos:

- 0.9m x 0.9m x 2.50 m Para postes de madera de 16 y 18 m

5.6.3 Ejecución del relleno para poste de madera

5.6.3.1 Tipos de relleno

Los rellenos ejecutados en la cimentación de los postes de madera son de los siguientes tipos:

- a. Relleno compactado con material propio seleccionado:** Material extraído del terreno durante el proceso de excavación, el cual será seleccionado extrayendo raíces u otras materias orgánicas. Este material fue colocado en capas de 0.20m de espesor las cuales fueron sucesivamente compactadas.
- b. Relleno de piedra grande:** Compuesto por piedras bien graduadas de un tamaño mínimo de 4", que serán trasladadas desde canteras adecuadas

5.6.3.2 Preparación del terreno para cimentación

Todas las superficies sobre los cuales vaya a colocarse material de relleno, deberán nivelarse y compactarse. Las superficies deberán estar libres de agua estancada o corriente y deberán humedecerse o secar según se ordene.

Para permitir una distribución uniforme de la presión producida por las cargas verticales y para disminuir su valor actuante sobre el terreno, se han considerado dos tipos de apoyos de los postes de madera:

Solado de concreto pobre, en los casos que la capacidad portante del terreno sea superior a la carga vertical actuante.

Losa de concreto de 0,20m de espesor y de 0,70m x 0,70m de sección, en los casos que la carga vertical actuante sea superior a la capacidad portante del terreno.

5.6.3.3 Materiales

Los materiales para los diversos rellenos deberán obtenerse preferentemente de las excavaciones realizadas (Material propio) o según lo indique la Supervisión.

Los materiales deberán tener una graduación razonablemente satisfactoria y estar exentos de materias orgánicas o cualquier elemento extraño.

Si el material excavado contiene un alto porcentaje de roca, deberá agregársele tierra u otro material menudo para aumentar la cohesión y hacer eficaz el compactado; si por el contrario, el material excavado está formado casi exclusivamente por tierra blanda, de escasa cohesión, deberá agregársele una adecuada cantidad de material compacto.

5.6.3.4 Áreas de Abastecimiento

En los casos que sea necesario obtener los materiales de relleno de áreas de préstamo se deberá suministrar muestras de las áreas de abastecimiento, para su aprobación por lo menos cuatro semanas antes de la incorporación de tales materiales en el relleno.

5.6.3.5 Colocación

La distribución y graduación de los materiales de relleno deberán ser tales que las diversas partes del relleno estén libres de cavidades, vetas o capas que difieran sustancialmente, en calidad y graduación, de los materiales circundantes.

El tráfico sobre los rellenos deberá controlarse adecuadamente para evitar el arrastre o corte del relleno. Las cargas de material deberán voltearse sucesivamente sobre el relleno en una forma que permita obtener la mejor distribución del material.

Cualquier material de relleno aprobado que resulte inadecuado después de colocado el relleno, deberá ser removido y reemplazado. Se deberá excavar y remover de los rellenos cualquier material que la Supervisión considere objetable.

5.6.3.6 Equipo

Se deberá disponer los equipos necesarios para realizar las labores de nivelación, escarificación y compactación. El tipo de equipo para las diferentes operaciones deberá ser sometido a la aprobación de la Supervisión.

La compactación del material de áreas donde no sea práctico el uso de compactadoras de rodillo tractores, deberá efectuarse con rodillos mecánicos aprobados, tales como placas vibrantes, compactadores a percusión, etc.

5.6.3.7 Control de campo

Todos los ensayos para determinar el porcentaje de compactación obtenidos en campo serán efectuados contando con la presencia de la Supervisión, y los valores obtenidos en campo no serán menores del 95% de los hallados en laboratorio. De acuerdo con el resultado de los ensayos, podrá ordenarse la remoción de capas y una nueva compactación.

5.6.3.8 Limpieza final

Después de afectar el relleno, la tierra sobrante será acarreada lejos y esparcida con suavidad en la vecindad de la excavación.

5.7 MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE MADERA

5.7.1 Prescripciones generales

5.7.1.1 Método de montaje

Las estructuras serán montadas de acuerdo al método propuesto y aprobado por la supervisión. Cualquiera que sea el método de montaje, es imprescindible: Evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura particularmente en aquellas que se levantan ya ensambladas. A tal fin es importante que los puntos de la estructura donde se fijan los cables de montaje sean elegidos juiciosamente.

La supervisión se reserva el derecho de controlar en cualquier momento el método propuesto. Las escaleras y/o equipos para subir serán retirados cuando no se está trabajando en el montaje.

5.7.1.2 Preparación de los elementos

Todas las superficies de acero a ensamblarse, antes de empennarlas serán concienzudamente limpiadas y toda mugre o moho acumulado durante el transporte y almacenamiento será cuidadosamente removida de las superficies galvanizadas antes de comenzar el montaje.

5.7.1.3 Suspensión del montaje

El trabajo de montaje de las estructuras será suspendida si el viento en el sitio alcanza una velocidad tal que los esfuerzos impuestos a las estructuras sobrepasan a los esfuerzos correspondientes a la condición de la carga normal. Se tomará las medidas para evitar perjuicios a la obra durante tales suspensiones.

5.7.2 Ejecución del montaje

5.7.2.1 Comienzo del montaje

Para cada sección de la línea, el montaje de las estructuras en las excavaciones comenzará solamente después de la autorización escrita del supervisor.

5.7.2.2 Manipulación de los elementos

Precauciones convenientes serán tomadas para asegurar que ninguna parte de los armados serán forzados o dañados en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje. No será permitido arrastrar elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas.

5.7.2.3 Posición de los pernos

En el montaje de los armados, los pernos de posición vertical deberán ponerse con la cabeza hacia arriba. Los pernos de posición horizontal deberán ponerse con la cabeza hacia el interior de la estructura.

5.7.2.4 Alineamiento de las perforaciones

El empleo de pasadores ensanchadores para llevar las perforaciones forzadamente al alineamiento será prohibido si esta práctica daña la galvanización, ensancha las perforaciones, raya el metal, desbalancea los esfuerzos en los elementos de la estructura o produce excesivos esfuerzos.

5.7.3 Subsanación de daños a las piezas

5.7.3.1 Piezas dañadas

Las partes ligeramente curvadas, torcidas o de otra manera dañadas durante la manipulación serán enderezadas empleando recursos aprobados, los cuales no dañarán el galvanizado y serán presentados a la supervisión para la inspección y aceptación o rechazo.

Las piezas que tienen una deformación más grande que 1:600 de largo libre para piezas sujetas a compresión o de 1:300 de largo libre para piezas sujetas a sólo tracción serán rechazadas. Retorcimientos o doblados agudos serán causas suficientes para rechazar las piezas.

5.7.3.2 Daños a la galvanización

Daños mayores a la galvanización serán causa suficiente para rechazar la pieza afectada. Daños menores en el galvanizado serán reparados retocando con

pintura especial antes de aplicar la protección adicional contra la corrosión de acuerdo a los métodos siguientes:

- a) Limpiar con escobilla y remover las partículas de zinc sueltas y los indicios de óxido; desgrasar si es necesario.
- b) Recubrir con dos capas sucesivas de una pintura rica en zinc (95% de zinc en la película seca) con un portador fenólico o a base de estirene. La pintura será aplicada de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- c) Cubrir con una capa de resina laca.

Todas las partes reparadas del galvanizado serán sometidas a la aprobación de la supervisión. Si en opinión de la Supervisión la reparación no es aceptable, dicha parte será reemplazada.

5.7.4 Tolerancias y ajustes

5.7.4.1 Tolerancia del montaje

Todas las estructuras deberán estar verticales y bajo los esfuerzos producidos por las líneas aéreas terminadas y las tolerancias siguientes no serán sobrepasadas en una estructura completamente montada, antes y después del tendido de los conductores:

5.7.4.2 Estructuras de Madera

- Verticalidad	:	1/480 Ht
- Alineamiento	:	± 5 cm
- Orientación	:	1/2°
- Desviación del crucetas	:	1/200 Dem.

Ht : Altura total

Dem: Distancia eje-extremo

Realizando el reglaje de la base, se debe verificar que la distancia entre postes no debe diferir de la medida teórica en más de 0,5 mm/m.

5.7.5 Ajuste y fijación de los pernos

El ajuste final de todos los pernos será cuidadosa y sistemáticamente llevado a cabo, después del montaje de los armados, por una cuadrilla especial.

A fin de prevenir daños a la galvanización de los pernos y tuercas, estas deberán ser ajustadas por medio de llaves hexagonales a menos que esto sea materialmente imposible.

5.7.6 Control final

Después del montaje, cada estructura será revisada cuidadosamente con el fin de controlar tanto el estado de la superficie de las estructuras, como el adecuado ajuste de tuercas y contratuercas. Además se procederá a limpiar cuidadosamente los ensambles, conforme a las instrucciones de la supervisión.

Asimismo se determinará la verticalidad y alineamiento de la estructura.

5.8 PUESTAS A TIERRA

Estarán conformadas por las conexiones a tierra de cada uno de los postes y estructuras a través del conductor de cobre de 25mm² y la jabalina de cobre puro 16φ x 2400 mm de longitud.

En ocasión de realizar el replanteo topográfico se realizará la medición de la resistividad del terreno en cada una de las ubicaciones de las estructuras, utilizando para

el caso formatos adecuados previamente aprobados por la supervisión, en el que se anotará además las condiciones del terreno y de la superficie. En base a los resultados de la resistividad se elegirá el tipo de puesta a tierra a instalar.

Elegido el tipo de puesta a tierra se efectuará la excavación de las zanjas, la colocación de los contrapesos y el relleno compactado de las zanjas, con material apropiado proveniente de la excavación o de préstamo.

En presencia del supervisor, se medirá la resistencia de la tierra de cada soporte eléctricamente puesto a tierra. En base a los resultados obtenidos, la Supervisión notificará al contratista si la resistencia a tierra debe ser mejorada, en cuyo caso se colocará elementos adicionales de puesta a tierra, en conformidad con las instrucciones de la supervisión.

Las planillas empleadas para registrar las pruebas de resistividad del terreno contendrán además, los valores de resistencia de puesta a tierra, elementos utilizados y cantidad de los mismos.

La medición de la resistividad del terreno y resistencia de la puesta a tierra se hará por unidad de estructura.

5.9 MONTAJE DE RETENIDAS

Las retenidas se instalarán antes de efectuarse el tendido de los conductores.

Su ubicación y orientación se realizará como se indica en los planos, teniendo en cuenta que estarán en línea recta con la tracción y tal como se especifica en el detalle de las retenidas.

Primero se fijará la varilla de anclaje con su respectivo bloque de anclaje, a continuación se instalará el cable para finalmente templarse el cable en forma inicial.

Una vez que se haya ejecutado el templado de los conductores, estas retenidas se templarán en forma definitiva.

5.10 MONTAJE DEL CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDA

5.10.1 Prescripciones generales

5.10.1.1 Método de montaje

El desarrollado, el tendido y la regulación de las flechas de los conductores serán llevados a cabo de acuerdo a los métodos propuestos por el Contratista, y aprobados por el Supervisor. Estos métodos serán tales que impidan esfuerzos excesivos y daños a los conductores, la cual debe hacerse desde su extremo superior.

5.10.1.2 Planes para el tendido

Se presentará al Supervisor los siguientes planes para el tendido del conductor;

5.10.1.3 Plan detallado de tendido

A presentarse un (01) mes antes de iniciarse el tendido, para su aprobación por el Supervisor.

El plan describirá en detalle el programa y métodos de trabajo, el personal requerido, lista de herramientas y equipos a usarse, e incluirá tablas de flechas y tensiones a diferentes temperaturas para la instalación del conductor y la tabla de regulación de cadenas (Off-Set.)

5.10.1.4 Programa detallado

A presentarse a más tardar una (01) semana antes de iniciarse los trabajos en una determinada sección de la líneas.

El programa incluirá una descripción de la sección donde se va a trabajar, ubicaciones de winche y la frenadora, vano predominante del tramo y vanos en los cuales se controlará la puesta en flecha del conductor.

El programa se presentará en formatos que deberán ser previamente aprobados por el Supervisor.

5.10.1.5 Equipo

Todos los equipos completos con accesorios y repuestos propuestos para el tendido, serán sometidos a la inspección y aprobación del Supervisor, Antes de comenzar el tendido, se demostrará al Supervisor en el sitio la correcta operación de los equipos.

5.10.2 Suspensión del montaje

El trabajo de tendido y regulación del conductor será suspendido si el viento en el terreno alcanza una velocidad tal que los esfuerzos impuestos a las diversas partes de las obras sobrepasen los esfuerzos correspondientes a la condición de carga normal.

5.10.3 Andamiaje

Se deberá proveer andamiaje adecuado en aquellos lugares donde sea necesario para evitar accidentes de su personal y/o de terceros y donde sea necesario proteger la propiedad privada.

El andamiaje deberá tener la suficiente resistencia para soportar la carga del viento, las cargas verticales y todas las otras cargas que puedan preverse. Su construcción será tal que no permita al conductor acercarse a menos de 5 m a las rutas de los caminos y ferrocarriles y a menos de 1 m. de las líneas de distribución eléctrica y de comunicaciones, cuando el conductor esté siendo tendido. El andamiaje mismo deberá cumplir con los espaciamientos indicados.

5.10.4 Manipulación de los conductores

5.10.4.1 Criterios generales

Se ejercerá en todo momento el mayor cuidado para asegurar que el conductor no se dañe durante el almacenamiento, el transporte y el montaje, pues la naturaleza del material empleado hace imprescindible que la superficie del conductor se conserve en la mejor condición posible y evitar la disminución de la adherencia entre los alambres y las capas. Cualquier daño que ocurriera en el conductor, será reparado, previa inspección por el Supervisor, empleando manguitos de reparación, si el daño es menor, o cortando y empalmando el cable cuando el daño así lo requiera.

Los conductores y cable de guarda serán continuamente mantenidos y separados del terreno, árboles, vegetación, zanjas, estructuras de acero y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido. A tal fin, el tendido de los conductores y cables de guarda se efectuará por un método de frenado mecánico aprobado por el Supervisor.

Los conductores deberán ser desarrollados y tirados de una manera tal que se eviten retorcimientos y torsiones, y no serán levantados por medio de herramientas

de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño. La curvatura de tales herramientas no será menor que la especificada para las poleas de tendido.

5.10.4.2 Grapas y Mordazas

Las grapas y mordazas empleadas en el montaje serán de un diseño aprobado tal que eviten movimientos relativos de los alambres y/o capas de los conductores, a menos que se fijen en los extremos de los conductores a ser posteriormente cortados. Las mordazas que se fijen en los conductores, en puntos que quedarán en la línea, serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas y estarán recubiertas de un material que asegure que el conductor no sufra daño alguno durante la operación, su largo será tal que permita el tendido del conductor sin doblar, ni dañar los alambres.

5.10.4.3 Poleas

Para las operaciones de desarrollo se utilizarán poleas en cojinetes de rodamiento con un diámetro al fondo de la ranura no inferior a 30 veces el diámetro del cable. Las poleas serán de aleación de aluminio u otro material aprobado por el Supervisor. El tamaño, la forma de la ranura, y las condiciones de la superficie serán tales que la fricción sea reducida a un mínimo, no deberá tener grimallas o trazos de cobre y que los cables estén completamente protegidos contra cualquier causa de daño. La profundidad de la ranura será suficiente a permitir el tránsito del cable sin riesgo de descarrilamiento.

5.10.5 Empalmes de conductores

5.10.5.1 Criterio de Empleo

Se buscará la mejor utilización de las longitudes máximas del conductor en la bobina a fin de reducir al mínimo el número de empalmes. El número y ubicación de los empalmes de los conductores serán sometidos a la aprobación del Supervisor antes de comenzar el montaje y el tendido. Los empalmes no estarán a menos de 10 m desde la grapa de conductor o cable de guarda más cercana. No habrá más que un empalme por conductor y por vano, no se emplearán empalmes:

- a. Separados en menos de dos vanos.
- b. En vanos que cruzan ferrocarriles, líneas eléctricas o de telecomunicaciones, caminos públicos o edificios.

Los empalmes y manguitos de reparación serán del tipo a compresión.

5.10.5.2 Preparación de los Conductores

Se podrá especial atención en comprobar que los cables y los barriles estén limpios, antes de insertar los cables. Los extremos de los cables serán cortados de manera que no presenten en alambres dañados o faltantes. El corte se hará con herramientas que aseguren un corte neto, sin menoscabo de los alambres y si daños a las capas del conductor. No se permitirán alambres para ataduras del conductor después de cortado.

5.10.5.3 Ejecución de los Empalmes

Los empalmes para conductores serán ajustados en éstos de acuerdo con las prescripciones del fabricante de tal manera que, una vez terminados presenten el valor más alto de sus características mecánicas y eléctricas.

Los empalmes serán ejecutados por personal debidamente experimentado y en presencia del Supervisor. No se instalarán los empalmes bajo lluvia ni en la oscuridad.

5.10.6 Utilización de Manguitos de Reparación

Donde los conductores hayan sido dañados, el Supervisor determinará si pueden ser utilizados manguitos de reparación o si los tramos dañados deben ser cortados y los conductores juntados, o si deben ser rechazados.

5.10.7 Medición

Después de la compresión, se deberá verificar el empalme con un calibrador, registrar las mediciones y tomar dos fotografías de cada empalme. Las fotografías que deben ser entregadas al Supervisor, tendrán las siguientes dimensiones: 24 mm x 35 mm.

5.10.8 Juntas modelos

Cada montador responsable de empalmes a compresión ejecutará, en presencia del Supervisor, una junta modelo.

5.10.9 Registro

Se llevará un registro de cada empalme y grapa de compresión, manguito, etc., indicando su ubicación, la fecha de ejecución, y el nombre del montador responsable. Este registro será entregado al Supervisor al completar cada sección de la línea.

5.10.10 Herramientas

Antes de iniciar cualquier operación de desarrollo, se someterá a la aprobación del Supervisor por lo menos tres compresores hidráulicos, cada uno de

ellos completo con sus accesorios y repuestos, y con dos juegos completos de moldes para el conductor.

Además, cada cuadrilla de tendido estará equipada en cualquier momento con, por lo menos dos compresores completos, uno de ellos para ser usado como repuestos.

La máquina de frenado tendrá una polea con un diámetro mínimo de 1.5 m. El compresor para efectuar los empalmes estará equipado con un manómetro.

5.11 MONTAJE DE AISLADORES Y ACCESORIOS

Los aisladores serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamble y montaje.

Los aisladores que están agrietados o astillados, que tiene chavetas sueltas o dobladas o con otros defectos aparentes, serán separados y puestos de lado para que sean, rechazados y marcados de manera indeleble, a fin de que no sean nuevamente presentados.

Después del montaje, los aisladores estarán limpios, las partes aisladas brillantes y todas las otras partes libres de materiales extraños.

Las cadenas de aisladores serán montadas de acuerdo con los detalles mostrados en la lámina respectiva.

Se constatará que todas las chavetas de seguridad y los dispositivos de fijación de las tuercas están en la correcta posición.

La regulación de la cadena de suspensión se hará de acuerdo a la Tabla de Regulación oportunamente elaborada.

5.12 TENDIDO Y REGULACIÓN DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

5.12.1 Criterios generales

El tendido y la regulación de los conductores serán llevados a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas no sean sobrepasadas para las correspondientes condiciones de carga, que la componente horizontal de la tensión resulte uniforme en toda la sección, y que las cadenas de suspensión sean verticales en todas las torres de alineamiento.

Para el tendido del conductor, las poleas se colgarán de los aisladores o de las crucetas de forma tal que el conductor quede a la misma elevación que la fijada por los ensambles de aisladores.

El conductor será mantenido bajo tensión durante la operación de tendido. Se empleará dispositivos de frenado adecuados para asegurar que el conductor se mantenga en todo momento con tensión suficiente para evitar que toque el suelo o se arrastre. La tensión de frenado se aplicará cuidadosamente en forma de asegurar que el conductor en momento alguno de la operación del tendido quede sometido a esfuerzos unitarios superiores al 20% de la carga de ruptura.

Se mantendrá comunicación constante ente los capataces encargados de operar el winche y la frenadora y el capataz general que dirige la operación de tendido, empleando radios portátiles.

El tendido será llevado a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje. El tendido intermedio será requerido cada vez que no es

posible garantizar la uniformidad de la componente horizontal de la tensión ente todos los vanos de la sección, debido a la fricción en las poleas o a diferencia en el nivel del suelo.

En tal caso, se tomará las medidas necesarias para evitar que las estructuras terminales del tendido intermedio sean sometidas a esfuerzos que sobrepasen los esfuerzos en condición de carga normal.

Los winches y las máquinas frenadoras serán ubicadas en posiciones tales que no resulten esfuerzos excesivos en las estructuras más cercanas. Si alguna parte de la estructura sufriera daños durante el tendido se reemplazará.

En ningún caso el tendido del conductor se efectuará antes de cuatro (04) semanas de haberse construido la cimentación de las estructuras correspondientes, ni antes de haber ensamblado y ajustado definitivamente las estructuras.

5.12.2 Flechas y tensiones

Se preparará las tablas de flechas y tensiones iniciales y finales, con las características reales del conductor, de acuerdo a las condiciones que se indican a continuación:

Hipótesis I	Templado
- Temperatura	25 °C
- Velocidad viento	0 km/hr
- EDS	18%

Hipótesis II	:	Máximo Esfuerzo c/v
- Temperatura	:	10 °C
- Velocidad viento	:	75 km/hr
- Factor seguridad	:	2.5
Hipótesis III	:	Máximo Esfuerzo s/v
- Temperatura	:	5 °C
- Velocidad viento	:	0 km/hr
Hipótesis IV	:	Máxima Flecha
- Temperatura	:	60 °C
- Velocidad viento	:	0 km/hr
Hipótesis V	:	Oscilación de Cadena
- Temperatura	:	25 °C
- Velocidad viento	:	75 km/hr

5.12.3 Puesta a tierra

Durante el tendido, los conductores y cable de guarda deberán ser puestos permanentemente a tierra, para evitar accidentes causados por descargas atmosféricas. Se anotará los puntos en los cuales se han efectuado las puestas a tierra de los conductores con el fin de removerlas antes de la puesta en servicio de la línea.

5.12.4 Instalación de amortiguadores contra vibración

Tan pronto el conductor haya quedado engrapado, se instalará los amortiguadores contra vibración según se especifica en los planos.

La distancia de los amortiguadores a la mordaza de suspensión o amarre deberá ser medida cuidadosamente y no se admitirán errores mayores de ± 1 cm. con relación a la distancia marcada en los planos.

5.12.5 Control de Flecha y Tensión

La regulación del conductor se efectuará en horas en que la velocidad del viento sea nula o muy baja y en conformidad con las tablas de flechas y tensiones que se preparará.

Se dejará suficiente tiempo después del tendido y antes de la regularidad de la flecha para que el conductor se estabilice y al fijar las tensiones de regulación se tomará en cuenta una oportuna asignación para asentamientos durante este período.

Antes de empezar la operación de tendido del conductor, se informará al Supervisor el tiempo que se propone dejar transcurrir entre la operación de tendido y la de regulación.

De preferencia la operación de puesta en flecha no deberá efectuarse dejando transcurrir más de 24 horas desde el momento del tendido.

La flecha y la tensión de los conductores serán controladas por lo menos en dos vanos por cada sección de tendido. Estos dos vanos estarán suficientemente lejos el uno del otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión.

Para regular los conductores se usará siempre que sea posible, el método visual, empleando un nivel o teodolito, asegurado firmemente a la estructura.

Cuando la naturaleza del terreno y la altura de las estructuras con relación a la flecha a medir, no permitan esta medición directa, el topógrafo determinará lugares apropiados en el terreno para instalar el nivel o el teodolito que permitirá una visual tangente a la catenaria del cable con la flecha correcta.

Si los métodos anteriores resultarán imprácticos se podrá utilizar un dinamómetro, previa aprobación del Supervisor. En tal caso el dinamómetro deberá ser de modelo aprobado por el Consultor, en perfectas condiciones de operación y será contrastado en presencia de está antes de ser utilizado.

El control de la flecha por medio visual únicamente, sin instrumentos, no será aceptado.

5.12.6 Tolerancias

En cualquier vano, se admitirán las siguientes tolerancias de tendido:

-Flecha de cada conductor	:1 %
-Suma de las flechas de los tres conductores de fase	:0.5 %

5.12.7 Regulación de la cadena de aisladores

La regulación de las cadenas de suspensión se hará de acuerdo a la Tabla de Regulación ("Offset"), oportunamente elaborada y aprobada por el Supervisor, que contendrá las posiciones de las grapas con referencia a un punto fijo de la estructura y para las diferentes temperaturas de templado. Las cadenas de aisladores que, después del templado aparezcan inclinadas en la dirección de los conductores de la línea, serán enderezadas de acuerdo con un método aprobado por el Supervisor y en los plazos asignados por el Supervisor.

5.12.8 Registro de tendido

Para cada sección de la línea, se llevará un registro del tendido, indicando la flecha de los conductores, así como la temperatura del ambiente y del conductor y la velocidad del viento.

5.12.9 Estructuras terminales

Al tiempo de efectuar el tendido, se dejará suficiente longitud libre de cable, en conformidad con las instrucciones del Supervisor, en cada mordaza de amarre de cada estructura terminal de las líneas para permitir la conexión entre dichas estructuras terminales y los pórticos de la subestación respectiva.

5.13 Inspecciones y pruebas

5.13.1 Inspección de las líneas acabadas

Después de la notificación que el trabajo de instalación completa de la línea está terminada, el supervisor inspeccionará la obra acabada, a fin de emitir el certificado autorizando a proceder con las pruebas de puesta de servicio.

5.13.2 Inspección de cada estructura

En cada estructura se verificará que los trabajos siguientes hayan sido llevados a cabo:

- a. El relleno, el compacto, el nivelado alrededor las fundaciones, la dispersión de la tierra sobrante, etc, hayan sido ejecutadas.
- b. La pintura asfáltica haya sido correctamente aplicada.
- c. Las estructuras estén correctamente montadas, con las tolerancias máximas prescritas, y conforme a los planos definitivos aprobados por el supervisor con todos sus partes, limpias y sin daños.

- d. Los pernos y tuercas estén ajustados con arandelas, correctamente ajustadas y aseguradas y pintados con pintura protectora donde sea requerido.
- e. Los accesorios de las estructuras estén fijados.
- f. Las rayaduras u otros daños al galvanizado estén reparados, conforme a las prescripciones de las especificaciones técnicas.
- g. La estructura de las torres y/o postes esté libre de cualquier cuerpo extraño.
- h. Los aisladores estén libres de materiales extraños y no presenten daños en todas las unidades.
- i. Las cadenas de suspensión y anclaje estén montadas en su correcta posición, en conformidad con las prescripciones de las especificaciones técnicas y las instrucciones del supervisor.
- j. Los accesorios para los conductores estén completos y de acuerdo con los planos.
- k. El conductor estén correctamente engrapados.
- l. Todos los pernos, tuercas y chavetas de seguridad de cada elemento de los dispositivos de suspensión y anclaje estén correctamente asegurados.

5.13.3 Inspección de la línea a lo largo del trazado de cada línea

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

- a. Las distancias mínimas de seguridad sean respetadas.
- b. Los conductores estén limpios, sin averías, libre de barra, ramas, alambres, etc.
- c. Las flechas de los conductores cumplan con las tablas de flecha y tensiones aprobadas por el supervisor.
- d. El despeje de los árboles esté conforme con los requerimientos de las especificaciones técnicas.

- e. Los accesos y caminos de inspección estén terminados y en buenas condiciones.
- f. La compactación de los rellenos para las fundaciones y la puesta a tierra sea adecuada.

5.13.4 Prueba de puesta en servicio

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo de acuerdo con las modalidades y el protocolo.

El protocolo de la pruebas de puesta en servicio deberá abarcar:

Medición de la resistencia de aislamiento de cada fase.

Medición de la resistencia de fases.

Medición de la resistencia homopolar.

Medición de corriente, tensión, potencia activa y reactiva, con línea bajo tensión y en vacío.

La capacidad y la precisión del equipo de prueba proporcionado será tal que deberá alcanzar resultados seguros.

5.13.5 Inspección final de la obra

La inspección final de la obra se llevara a cabo de acuerdo con el contrato.

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

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

Todas las correcciones serán efectuadas, antes de emitir el certificado final.

5.14 INGENIERÍA DE DETALLE

5.14.1 Alcances

Los alcances de la Ingeniería de Detalle son los siguientes:

Verificación del cálculo mecánico de los conductores

Verificación de la utilización de las estructuras en función de sus vanos característicos y las distancias de seguridad del terreno

Elaboración de las planillas finales de estructuras como resultado de replanteo topográfico y definición de materiales a instalar

Elaboración de los planes de tendido, tablas de flechado, tablas de distancias de engrapado

Diseño y cálculo de las cimentaciones de las estructuras

Diseño y cálculo del sistema de puesta a tierra de las estructuras

Planos conforme a obra

Informes y justificaciones que solicite la supervisión



Fig. 5.1: Izamiento de Poste de madera



Fig. 5.2: Tendido de Conductor de 50mm²

6.1 Estructura de Costos						
Presupuesto		LINEA DE TRANSMISION 60KV RIOJA - NUEVA CAJAMARCA				
Subpresupuesto		003 MONTAJE ELECTROMECHANICO				
Lugar		SAN MARTIN - RIOJA - RIOJA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
03	MONTAJE ELECTROMECHANICO					370,907.96
03.01	OBRAS PRELIMINARES					38,489.64
03.01.01	CARTEL DE OBRA	Cjto.	1.00	550.77	550.77	
03.01.02	REPLANTEO TOPOGRAFICO	Km	23.80	139.33	3,316.05	
03.01.03	VARIANTES TOPOGRAFICAS (INCLUYE VARIANTES SEGUN LA SUPERVISION)	Km	4.00	995.22	3,980.88	
03.01.04	ESTUDIO GEOTECNICO	Glb	1.00	6,884.63	6,884.63	
03.01.05	GESTION DE CIRA Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Glb	1.00	9,184.80	9,184.80	
03.01.06	LIMPIEZA DE FRANJA DE SERVIDUMBRE	Ha	5.00	1,078.60	5,393.00	
03.01.07	INGENIERIA DE DETALLE	Cjto.	1.00	9,179.51	9,179.51	
03.02	OBRAS PROVISIONALES					11,444.52
03.02.01	INSTALACION DE CAMPAMENTOS Y ALMACENES	Gbl.	1.00	4,976.10	4,976.10	
03.02.02	MOVILIZACION DE CAMPAMENTOS Y ALMACENES	Gbl.	1.00	1,658.70	1,658.70	
03.02.03	CAMINO DE ACCESO EN TERRENO PLANO	Km.	5.00	829.35	4,146.75	
03.02.04	CAMINO DE HERRADURA	Km.	3.50	189.42	662.97	
03.03	EXCAVACION, ERECCION Y CIMENTACION DE POSTES DE MADERA					50,863.28
03.03.01	EXCAVACION EN TERRENO TIPO I	m3	289.58	16.53	4786.67	
03.03.02	TRANSPORTE DE POSTES DE MADERA DE ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	Und.	193.00	55.08	10,630.44	
03.03.03	EXCAVACION EN TERRENO TIPO II	m3	50.70	19.28	977.50	
03.03.04	ERECCION DE POSTES DE 55' ó 60' MADERA	Und.	193.00	160.65	31,005.45	
03.03.05	SOLADO DE CONCRETO F'C=80kg/cm², E=7.5cm	m2	101.70	4.97	505.43	
03.03.06	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	166.98	13.31	2,222.52	
03.03.07	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	55.24	13.31	735.27	
03.04	INSTALACION DE EMSAMBLES Y ARMADOS (INCLUYE BAJADA DE TIERRA)					47,770.38
03.04.01	INSTALACION DE ESTRUCTURAS "S" Y "AM"	Cjto.	117.00	281.98	32,991.66	
03.04.02	INSTALACION DE ESTRUCTURAS "SV", "ASV" Y "ARV"	Cjto.	15.00	374.39	5,615.85	
03.04.03	INSTALACION DE ESTRUCTURAS "A0" y "A2"	Cjto.	17.00	99.52	1,691.84	
03.04.04	INSTALACION DE ESTRUCTURAS "A1"	Cjto.	15.00	251.83	3,777.46	
03.04.05	INSTALACION DE ESTRUCTURAS "T Y 2T"	Cjto.	11.00	335.78	3,693.56	
03.05	CADENAS DE AISLADORES					4,037.06
03.05.01	MONTAJE DE CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSION Y ACCESORIOS	Cjto.	457.00	4.97	2271.29	
03.05.02	MONTAJE DE CADENA DE AISLADORES DE ANCLAJE Y ACCESORIOS	Cjto.	213.00	8.29	1765.77	
03.06	CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDA					44,757.11
03.06.01	MONTAJE DE CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO 240mm² Y ACCESRIOS	Km.	76.42	534.1	40815.922	
03.06.02	MONTAJE DE CABLE DE GUARDA DE A*G* 50mm² Y ACCESRIOS	Km.	24.75	159.24	3941.19	
03.07	PUESTA A TIERRA					34,826.36
03.07.01	EXCAVACION EN TERRENO TIPO I	m3	339.84	26.48	8,998.96	
03.07.02	INSTALACION DE VARILLA DE Cu. Ø16x2400mm	Und.	176.00	82.93	14,595.68	
03.07.03	RELLENO Y COMPACTACION DE PUESTA A TIERRA	m3	339.84	33.05	11,231.71	
03.08	RETENIDAS					130,426.13
03.08.01	EXCAVACION EN TERRENO TIPO I	m3	764.96	116.10	88,811.86	
03.08.02	INSTALACION DE CABLE DE RETENIDAS Y ACCESORIOS	Cjto.	339.00	72.97	24,736.83	
03.08.03	RELLENO Y COMPACTACION DE BLOQUE DE ANCLAJE	m3	720.95	23.41	16,877.44	
03.09	REVISION FINAL, PRUEBAS Y PUESTAS EN SERVICIO					8,293.49
03.09.01	REVISION FINAL, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	Gbl.	1.00	8,293.49	8,293.49	
COSTO DIRECTO CONTRACTUAL						370,907.96

6.2 PLANILLA DE ESTRUCTURAS

MONTAJE ELECTROMECHANICO LINEA DE TRANSMISION EN 60KV RIOJA - NUEVA CAJAMARCA

ITEM	Armado	Vano	Progr. (mt)	Vert	Angulo	RET.	P.A.T.	C/P.	TENDIDO
1	2T-16	86.50	0	V-1	37°32'59.00"	3	1	M	1068,39 A
2	SV-16	104.37	86.50	---	---		1	M	
3	A1-16	127.31	190.87	V-2	izq 07°12'26.00"	3	1	M	
4	2T-18	93.94	318.18	V-3	izq 92°39'3.00"	6	1	M	
5	SV-18	95.90	412.12	---	---		1	M	
6	SV-18	107.22	508.02	---	---		1	M	
7	S-18	172.60	615.24	---	---		1	M	
8	A1-18	118.55	787.84	V-4	-43°17'55.00"	3	1	M	
9	S-18	162.00	906.39	---	---		1	M	
10	S-16	168.00	1068.39	---	---		1	M	
11	S-16	130.00	1236.39	---	---		1	M	
12	S-16	118.00	1366.39	---	---		1	M	
13	S-16	107.99	1484.39	---	---		1	M	
14	S-16	176.06	1592.38	---	---		1	M	
15	S-18	134.02	1768.44	---	---		1	M	
16	S-16	156.98	1902.46	---	---		1	M	
17	A2-16	220.00	2059.44	V-5	izq 13°41'44.00"	12	1	M	
18	T-16	34.00	2279.44	V-6	91°58'31"	3	1	M	
19	T-18	30.00	2313.44	V-7	107°14'54"	3	1	M	
20	ASV-18	144.00	2343.44			3	1	M	
21	SV-18	129.59	2487.44	---	---		1	M	
22	A1-18	118.00	2617.03	V-8	33°48'04"	3	1	M	
23	S-16	171.50	2735.03	---	---		1	M	
24	S-16	176.00	2906.53	---	---		1	M	
25	S-16	212.00	3082.53	---	---		1	M	
26	AM-18	180.00	3294.53	---	---	6	1	M	
27	S-16	148.00	3474.53	---	---		1	M	
28	S-16	67.65	3622.53	---	---		1	M	
29	A1-18	141.40	3690.18	V-9	izq 07°52'58.00"	3	1	M	
30	S-18	150.00	3831.58	---	---		1	M	
31	A1-18	171.83	3981.58	---	---		1	M	
32	S-18	187.00	4153.41	---	---		1	M	
33	A0-18	221.89	4340.41	---	---	12	1	M	
34	A0-18	187.00	4562.30	---	---	12	1	M	
35	S-16	111.00	4749.30	---	---		1	M	
36	S-16	192.50	4860.30	---	---		1	M	
37	S-16	173.00	5052.80	---	---		1	M	
38	S-16	163.02	5225.80	---	---		1	M	
39	S-18	206.94	5388.82	---	---		1	M	
40	S-16	150.25	5595.76	---	---		1	M	
41	A0-18	238.20	5746.01	---	---	12	1	M	
42	A2-18	153.67	5984.21	V-10	izq 10°10'12.00"	12	1	M	
43	S-16	127.67	6137.88	---	---		1	M	
44	S-16	97.66	6265.55	---	---		1	M	
45	S-16	150.76	6363.21	---	---		1	M	
46	S-18	76.74	6513.97	---	---		1	M	
47	S-18	57.00	6590.71	---	---		1	M	
48	A1-18	116.00	6647.71	V-11	16°29'34.00"	3	1	M	
49	S-18	165.50	6763.71	---	---		1	M	
50	A0-16	261.79	6929.21	---	---	12	1	M	
51	A0-16	162.21	7191.00	---	---	12	1	M	
52	S-16	158.00	7353.21	---	---		1	M	
53	S-16	138.00	7511.21	---	---		1	M	
54	S-16	139.00	7649.21	---	---		1	M	
55	S-16	114.00	7788.21	---	---		1	M	
56	S-16	94.00	7902.21	---	---		1	M	
57	S-16	165.00	7996.21	---	---		1	M	
58	S-16	94.85	8161.21	---	---		1	M	
59	A1-16	79.00	8256.06	V-12	9°04'55.00"	3	1	M	

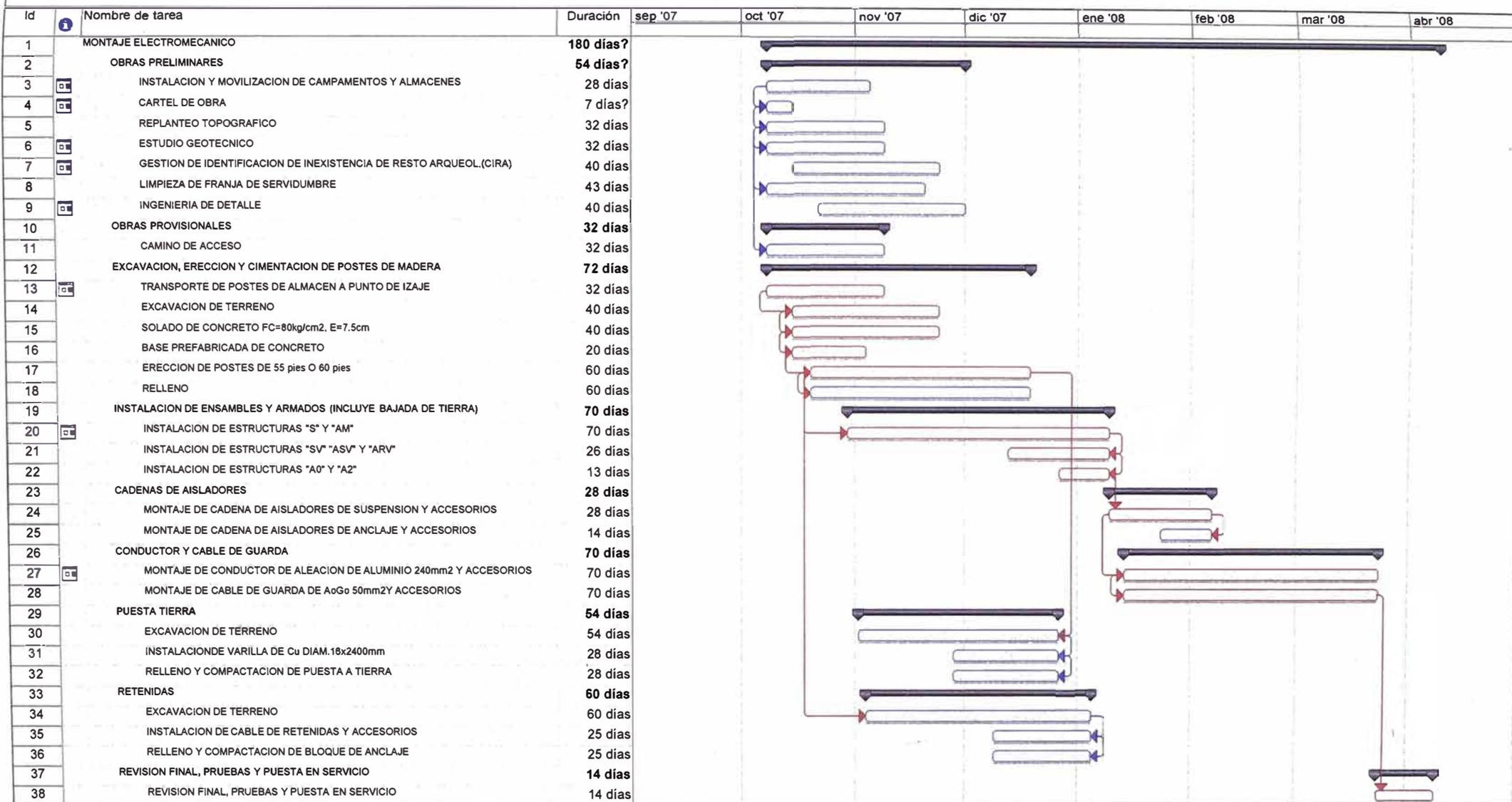
SERVICIO DE MONTAJE ELECTROMECHANICO LINEA DE 60KV RIOJA - NUEVA CAJAMARCA

ITEM	ESTR.	Vano	Progr. (mt)	Vert	Angulo	RET.	P.A.T.	C/P.	TENDIDO
60	S-18	85.04	8335.06	---	---		1	M	
61	S-18	110.77	8420.10	---	---		1	M	
62	AM-18	106.42	8530.87	---	---	6	1	M	
63	S-16	184.00	8637.29	---	---		1	M	
64	A0-18	325.80	8821.29	---	---	12	1	M	1107,59 H
65	A0-18	127.22	9147.09	---	---	12	1	M	
66	A1-18	179.00	9274.31	V-13	izq 7°13'45.00"	3	1	M	
67	S-18	180.68	9453.31	---	---		1	M	
68	A0-18	267.89	9633.99	---	---	12	1	M	
69	A0-18	107.10	9901.88	---	---	12	1	M	921,15 I
70	S-16	87.53	10008.98	---	---		1	M	
71	S-16	148.05	10096.51	---	---		1	M	
72	S-16	141.00	10244.56	---	---		1	M	
73	S-16	169.97	10385.56	---	---		1	M	
74	A0-18	270.55	10555.53	---	---	12	1	M	1091,55 J
75	A0-18	168.69	10826.08	---	---	12	1	M	
76	A1-16	110.00	10994.77	V-14	izq 9°22'57.00"	3	1	M	
77	S-16	222.00	11104.77	---	---		1	M	
78	S-18	82.00	11326.77	---	---		1	M	
79	S-16	104.41	11408.77	---	---		1	M	1021,00 K
80	A1-18	115.50	11513.18	V-15	09°06'48.00"	3	1	M	
81	ASV-18	96.53	11628.68	---	---	6	1	M	
82	SV-18	97.00	11725.21	---	---		1	M	
83	SV-18	167.47	11822.21	---	---		1	M	
84	SV-18	194.91	11989.68	---	---		1	M	1049,50 L
85	SV-18	140.78	12184.59	---	---		1	M	
86	A1-18	152.00	12325.37	V-16	izq 5°5'51.00"	3	1	M	
87	S-16	168.00	12477.37	---	---		1	M	
88	AM-16	157.89	12645.37	---	---	6	1	M	
89	S-16	162.11	12803.26	---	---		1	M	1060,30 M
90	S-16	153.00	12965.37	---	---		1	M	
91	S-16	162.24	13118.37	---	---		1	M	
92	S-16	94.00	13280.61	---	---		1	M	
93	S-16	157.00	13374.61	---	---		1	M	
94	S-16	172.50	13531.61	---	---		1	M	369,40 N
95	S-16	127.40	13704.11	---	---		1	M	
96	S-16	172.71	13831.51	---	---		1	M	
97	2T-16	156.85	14004.22	V-17	52°43'30.00"	6	1	M	
98	S-16	172.48	14161.07	---	---		1	M	
99	A1-18	201.84	14333.55	V-18	izq 51°32'11.00"	3	1	M	1043,68 O
100	S-16	85.40	14535.39	---	---		1	M	
101	S-16	142.56	14620.79	---	---		1	M	
102	S-16	96.00	14763.35	---	---		1	M	
103	S-18	121.10	14859.35	---	-2°9'6.00"		1	M	
104	S-16	116.34	14980.45	---	---		1	M	1007,33 P
105	ARV-18	38.48	15096.79	V-19	izq 52°42'37.00"		1	M	
106	ARV-16	83.20	15135.27	V-20	52°12'11.00"		1	M	
107	S-16	83.20	15218.47	---	---		1	M	
108	S-16	94.00	15301.67	---	---		1	M	
109	S-16	84.00	15395.67	---	---		1	M	1007,33 P
110	S-16	83.60	15479.67	---	---		1	M	
111	S-16	79.30	15563.27	---	---		1	M	
112	S-16	82.80	15642.57	---	---		1	M	
113	S-16	82.80	15725.37	---	---		1	M	
114	S-16	88.30	15808.17	---	---		1	M	1007,33 P
115	S-16	71.30	15896.47	---	---		1	M	
116	S-16	82.90	15967.77	---	---		1	M	
117	S-16	70.40	16050.67	---	---		1	M	
118	ARV-18	44.84	16121.07	V-21	34°42'00.00		1	M	
119	ARV-16	93.00	16165.91	---	---		1	M	1007,33 P
120	S-18	125.00	16258.91	---	---		1	M	
121	S-18	127.76	16383.91	---	---		1	M	
122	S-18	189.00	16511.67	---	---		1	M	
123	S-18	146.00	16700.67	---	---		1	M	

MONTAJE ELECTROMECHANICO LINEA DE 60KV RIOJA - NUEVA CAJAMARCA

ITEM	ESTR.	Vano	Progr. (mt)	Vert	Angulo	RET.	P.A.T.	C/P.	TENDIDO	
124	S-18	115.00	16846.67	---	-2°9'6.00"		1	M	1411,35 Q	
125	S-18	105.14	16961.67				1	M		
126	S-18	106.58	17066.81		-2°9'6.00"		1	M		
127	A0-18	369.10	17173.39	---	---	12	1	M		
128	A0-18	237.02	17542.49	---	---	12	1	M		
129	S-16	136.16	17779.51	---	---		1	M		
130	S-16	234.98	17915.67	---	---		1	M		
131	S-16	103.01	18150.65	---	---		1	M		
132	S-16	151.12	18253.66	---	---		1	M		
133	S-16	179.96	18404.78	---	---		1	M		
134	AM-18	177.04	18584.74	---	---	6	1	M		
135	S-16	169.50	18761.78	---	---		1	M	1236,71 R	
136	S-16	124.12	18931.28	---	---		1	M		
137	SV-18	160.05	19055.40		2°35'20.00"	3	1	M		
138	S-18	134.96	19215.45	---	---		1	M		
139	S-18	159.49	19350.41	---	---		1	M		
140	S-18	173.41	19509.90	---	---		1	M		
141	S-18	132.37	19683.31	---	---		1	M		
142	2T-18	153.50	19815.68	V-22	89°36'24.00"	6	1	M	1231,86 S	
143	S-18	170.00	19969.18	---	---		1	M		
144	S-16	179.83	20139.18	---	---		1	M		
145	A1-18	142.99	20319.01	V-23	-58°40'33.00"	3	1	M		
146	S-16	165.50	20462.00	---	---		1	M		
147	S-18	138.00	20627.50	---	---		1	M		
148	S-16	147.16	20765.50	---	---		1	M		
149	A1-18	147.87	20912.66	V-24	-30°44'46.00"	3	1	M		
150	AM-18	146.13	21060.53	---	---	6	1	M		
151	S-18	162.50	21206.66	---	---		1	M		1359,07 T
152	S-16	137.00	21369.16	---	---		1	M		
153	S-16	151.00	21506.16	---	---		1	M		
154	S-16	35.00	21657.16	---	---		1	M		
155	S-18	112.00	21692.16	---	---		1	M		
156	A0-18	233.94	21804.16	---	---	12	1	M		
157	A0-18	180.00	22038.10	---	0°38'17.00"	12	1	M		
158	S-18	79.60	22218.10	---	---		1	M		
159	T-18	41.54	22297.70	V-25	izq 71°57'31.00"	3	1	M		
160	T-18	122.97	22339.24	V-26	45°30'8.00"	3	1	M		
161	S-18	113.63	22462.21	---	---		1	M	676,13 U	
162	S-18	119.65	22575.84	---	---		1	M		
163	A1-18	141.09	22695.49	V-27	izq 16°58'51.00"	3	1	M		
164	S-18	79.00	22836.58	---	---		1	M		
165	S-18	83.00	22915.58	---	---		1	M		
166	S-18	83.63	22998.58	---	---		1	M		
167	2T-18	211.00	23082.21	V-28	43°25'03.00"	6	1	M		
168	S-16	166.00	23293.21	---	---		1	M	893,00 V	
169	S-16	123.50	23459.21	---	---		1	M		
170	S-16	120.00	23582.71	---	---		1	M		
171	S-18	157.00	23702.71	---	---		1	M		
172	S-16	67.37	23859.71	---	---		1	M		
173	S-18	51.63	23927.08	---	---	3	1	M		
174	T-18	104.05	23978.71	V-29	100°05'10.00"	3	1	M		
175	T-16	26.34	24082.76	V-30	34°30'55.00"	3	1	M		
176	2T-16		24109.10			3	1	M		131,42 W

OBRA: MONTAJE ELECTROMECHANICO LINEA DE TRANSMISION EN 60KV RIOJA - NUEVA CAJAMARCA



OBRA: MONTAJE ELECTROMECHANICO LLTT 60 KV RIOJA-NVA. CAJAMA
 Fecha: mié 12/16/09

Tarea	[Barra de progreso]	Resumen	[Barra de progreso]
Guía de proyectos: tareas críticas	[Barra de progreso]	Resumen del proyecto	[Barra de progreso]
División	[Barra de progreso]	Tareas externas	[Barra de progreso]
Progreso	[Barra de progreso]	Hito externo	[Diamante]
Hito	[Diamante]	Fecha límite	[Diamante]

CONCLUSIONES

1. Con el Montaje Electromecánico de la Línea de Transmisión en 60kV. las comunidades asentadas a lo largo del área de influencia mejorarán su calidad de vida y su desarrollo social, así como también el comercio e industria en sus localidades.
2. La Empresa concesionaria podrá atender a nuevos clientes, los cuales se irán sumando progresivamente de acuerdo al Estudio de Mercado Eléctrico efectuado, de esta manera se generarán los beneficios económicos esperados luego de la inversión realizada.
3. Con esta nueva instalación se evitarán las pérdidas por transmisión de energía eléctrica presentes durante el funcionamiento de la línea de subtransmisión en 20kV. que existía anteriormente. A partir de ahora se podrá llevar a cabo una mejor planificación de la entrada en la red de nuevos consumidores tanto residenciales, comerciales o industriales.
4. Es importante tener en cuenta las condiciones climatológicas de la zona donde se desarrolla el proyecto para desarrollar el cronograma de trabajo, debido a las abundantes lluvias que se presentan regularmente a lo largo del año.
5. Así mismo es de mucha importancia el uso de los equipos de protección personal (e.p.p.) por parte de todo el personal que trabaja en el campo, de esta manera aseguramos que los trabajos obtenidos sean de alta calidad y se realicen en las condiciones más seguras.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda desarrollar el estudio del monitoreo remoto de los parámetros eléctricos de las estructuras que conforman la línea de transmisión mediante la aplicación de las tecnologías más avanzadas en la actualidad como son la transmisión de datos mediante onda portadora o mediante cables de fibra óptica y de esta manera podamos asegurar la seguridad física de las estructuras y una mayor confiabilidad del sistema eléctrico regional de San Martín.
2. Se recomienda la utilización de pararrayos poliméricos en las líneas de fase con la finalidad de disminuir el impacto de las descargas atmosféricas sobre las estructuras y así elevar la confiabilidad. El escaso peso de los pararrayos poliméricos lo facultan a adicionarse a la estructura existente sin alterar el cálculo estructural de los diferentes armados.
3. Se recomienda hacer el seguimiento y verificación periódico del buen estado de las estructuras y de los valores de resistencia de puestas a tierra de los mismos. Así mismo el empleo de la Termografía y Coronografía para prevenir fugas de corriente por sobrecalentamiento o por efecto Corona respectivamente, que puedan ocasionar el deterioro de los aisladores, conductor principal y demás elementos que componen los armados.
4. Se recomienda realizar periódicamente audiencias públicas con las comunidades que se encuentran en la zona de influencia del proyecto para promover una cultura de prevención de riesgos de accidentes debido a la presencia de la línea de alta tensión existente.

BIBLIOGRAFIA

-CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – SUMINISTRO 2001

-ELEMENTOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISION

ENRIQUEZ HARPER

EDITORIAL LIMUSA- Segunda Edicion- 2002

-DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISION

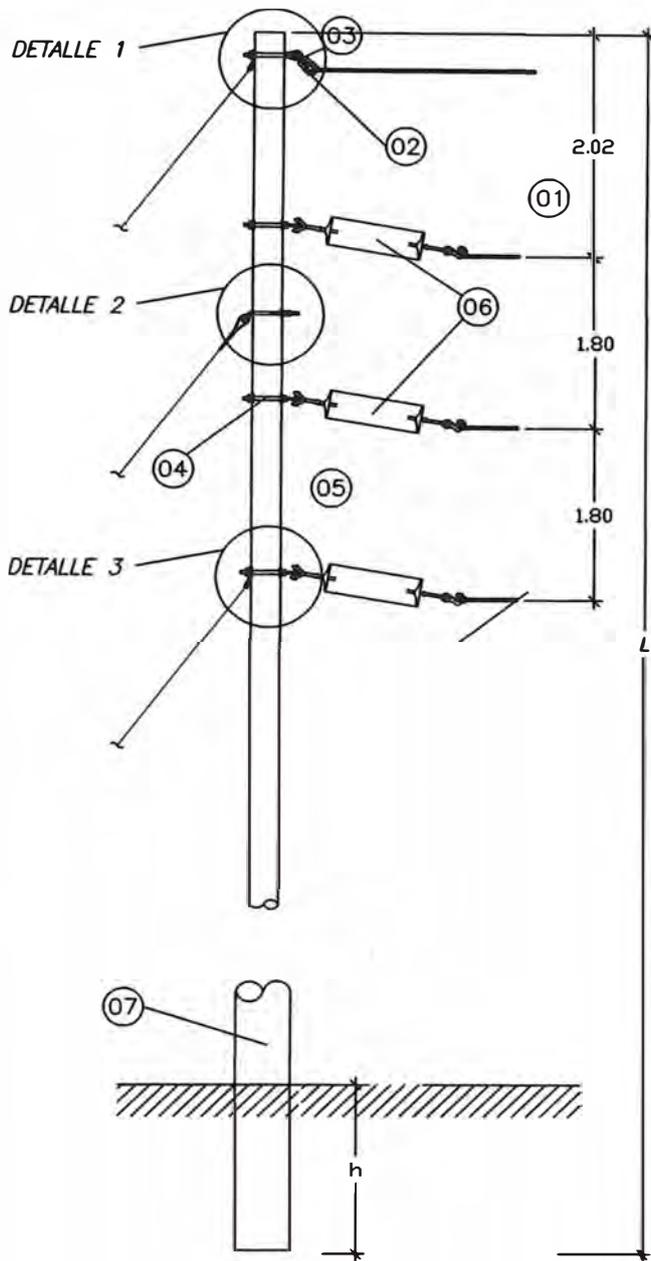
ZOPETTI

-DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISION

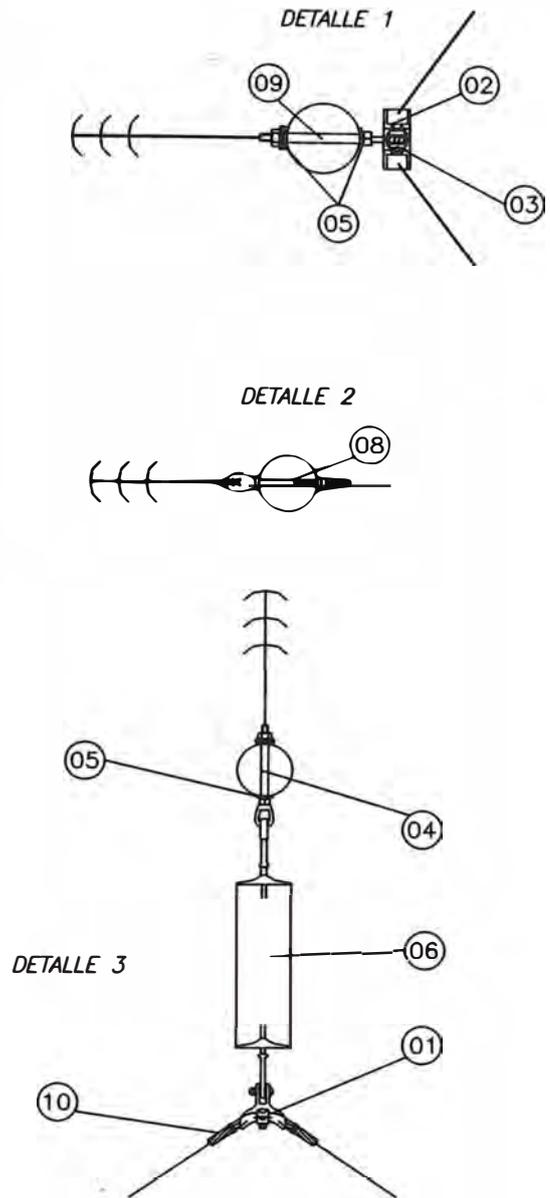
JUAN BAUTISTA RIOS (UNI)

QUINTO PROGRAMA CICLO ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS 2004

PLANOS



VISTA DE FRENTE



VISTA DE PLANTA

TIPO A1

ESTRUCTURA de SUSPENSION	
ANGULO MAXIMO	60°
VANO VIENTO (m)	300
VANO PESO (m)	300
VANO LATERAL MAXIMO (m) (*)	258
N° RETENIDAS	03

CLASE	3
L (pies)	55
h (m)	2.30

(*) Vano maximo lateral por separacion horizontal entre conductores
 - Todas las distancias estan expresadas en metros.

05 Arandela cuadrada curva A'G 75X75X5mm agujero 21 mmØ	08 10 Cinta plana de armar de AL (m)	03
04 Perno ojo A'G 19mmØx356 long. 152mm roscado c/t y ct	03 09 Perno ojo A'G 19'mmØx305 LONG 152mm roscado c/t y ct	01
03 Adaptador horquilla-ojo de A'G	01 08 Perno angular con ojal guardacabo de A'G 19mmØx254mm c/t y ct	01
02 Grapa de suspensión angular de A'G para cable de Guarda de 50 mm2	01 07 Poste de madera	01
01 Grapa de suspensión angular de AL para conductor de 240 mm2	03 06 Aislador Polimérico horquilla lengüeta para 60 kV	03
N° DESCRIPCION	CNT N° DESCRIPCION	CNT



TITULO:

ARMADO

TIPO A1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECHANICO
 LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
 RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO:

J.Z.R.

REVISADO:

G.A.R.

ESCALA:

S/E

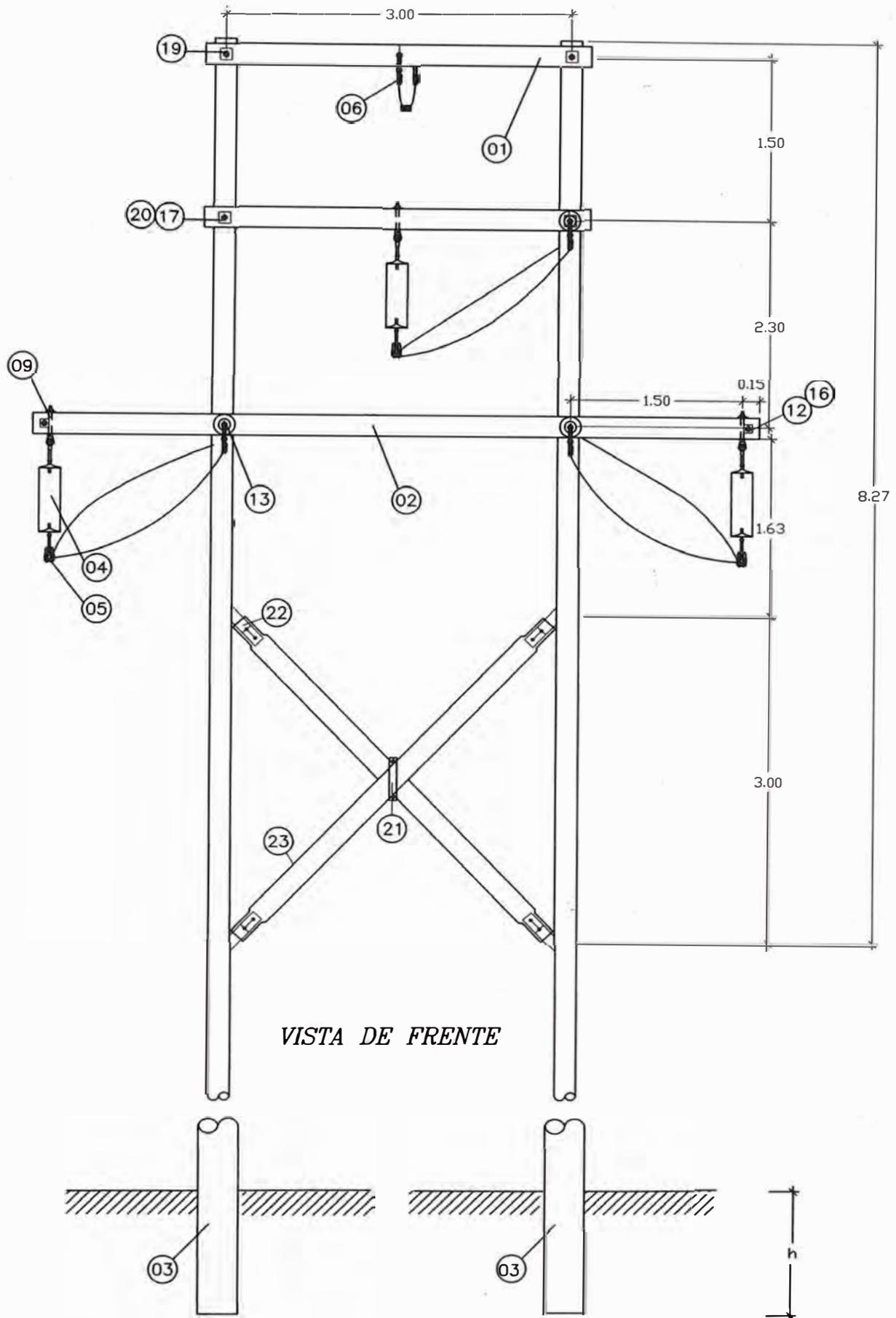
PLANO No:

01

FECHA:

DIC-2009

01



VISTA DE FRENTE



TITULO:
ARMADO
TIPO A2

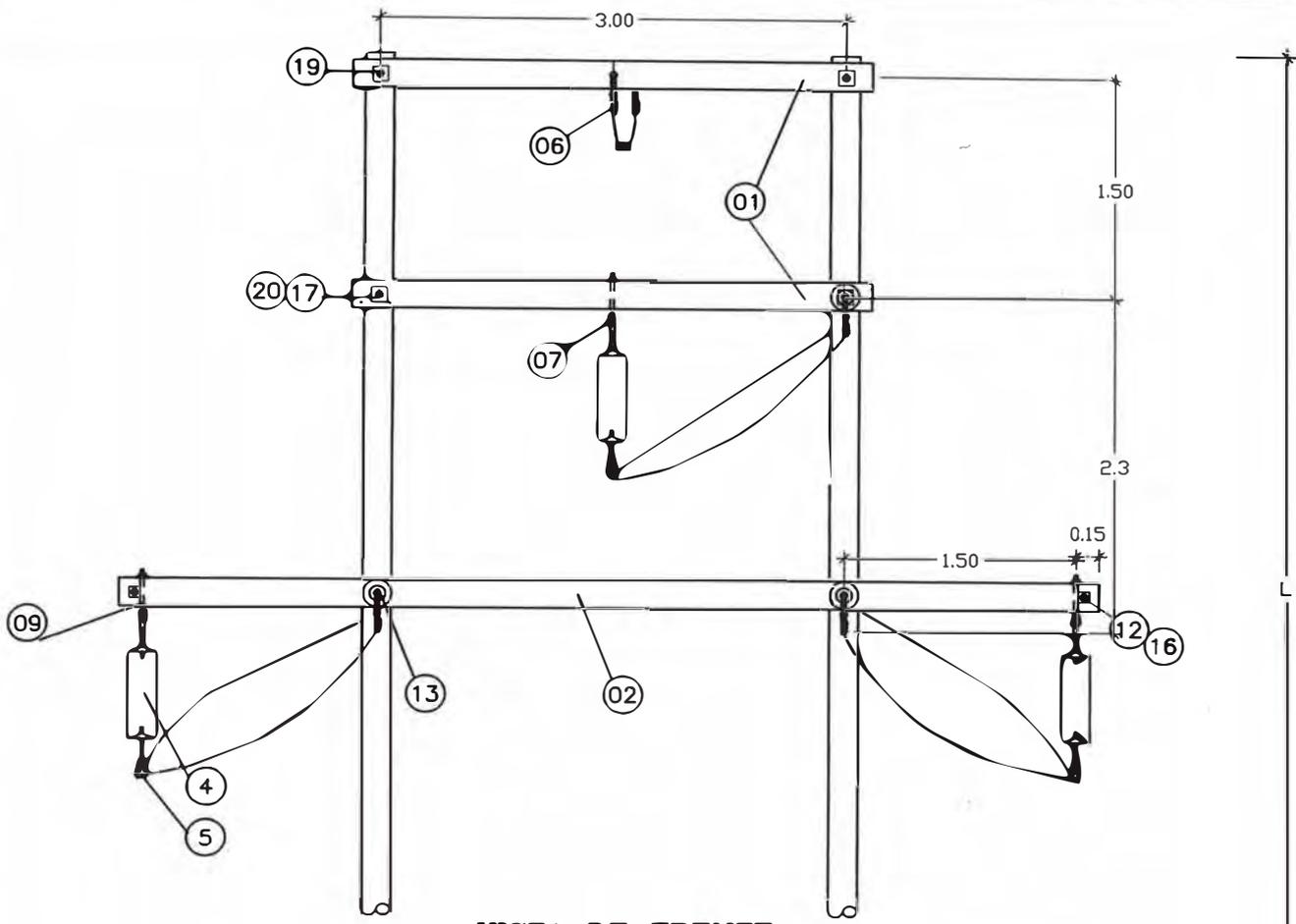
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

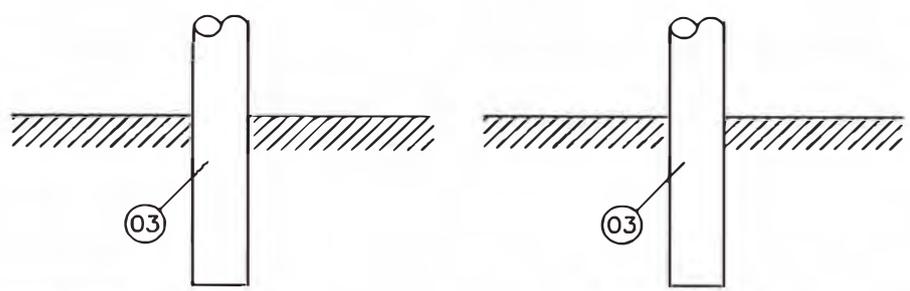
DISEÑO: J.Z.R.
REVISADO: G.A.R.
ESCALA: S/E
PLANO No: 02

FECHA:
DIC-2009

02



VISTA DE FRENTE



ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN	
AVESLADO MÁXIMO	80
VANO VIENTO (m)	350
VANO PESO (m)	400
VANO LATERAL MÁXIMO (m) (%)	3%
Nº RETENIDAS	08

L (pies)	55
h (m)	2.30

(*) Vano máximo lateral por separación horizontal entre conductores
 - Todas las distancias están expresadas en metros.

		25	Juego de Retenidas	08	
12	P.Ma. A'G' Ø13x204mm long, 152 mm roscado c/t.	06	24 Conector de vías paralelas Acero - Acero 50/50 mm2	02	
11	Amortiguador Antivibración para Cable guarda de 50 mm2	01	23 Brazo de madera de 92x191x4000 mm	02	
10	Amortiguador antivibración para Cond. 240 mm2	03	22 Extremo metálico de brazo AG' + 4 Pernos maq. Ø13x254mm c/t y ct	04	
09	Perno Ojo A'G' Ø19mmx254 mm long, 152 mm roscado c/t y ct	02	21 Abrozadera central de A'G' - ver lamina de detalles	01	
08	Vanilla de armar simple para Cond. de 240 mm2	02	20 Arandela cuadrada curva A'G' 75x75x5 mm agujero Ø21mm	06	
07	Grapa de anclaje tipo Compresión de Al, para Cond. 240 mm2	06	19 Arandela cuadrada plana A'G' 75x75x5 mm agujero Ø21mm	30	
06	Grapa de Anclaje tipo Pistola A'G' para cable guarda 50mm2	01	18 Arandela cuadrada plana A'G' 57x57x5 mm agujero Ø15mm	12	
05	Grapa de Suspensión de Al, para cond. 240 mm2	03	17 Perno Doble Armado AG' de 19mmØx610mm, c/2 tuercas y 2 ct	04	
04	Aislador Polimérico Horquilla Lengueta para 60 kV	08	16 Perno Doble Armado AG' de 19mmØx610mm, c/4 tuercas y 2 ct	04	
03	Poste de madera, longitud requerida	02	15 Perno Maq Ø19x457mm long, 152 mm roscado, c/t y ct	04	
02	Cruceta de Madera 0.127x0.178x6300 mm	01	14 Tuerca Ojo A'G' forjado para perno de Ø19 mm	08	
01	Cruceta de madera 0.127x0.178x3350 mm	04	13 Perno Ojo A'G' Ø19x457mm long, 152mm rasado c/t	05	
Nº	DESCRIPCIÓN	CNT	Nº	DESCRIPCIÓN	CNT

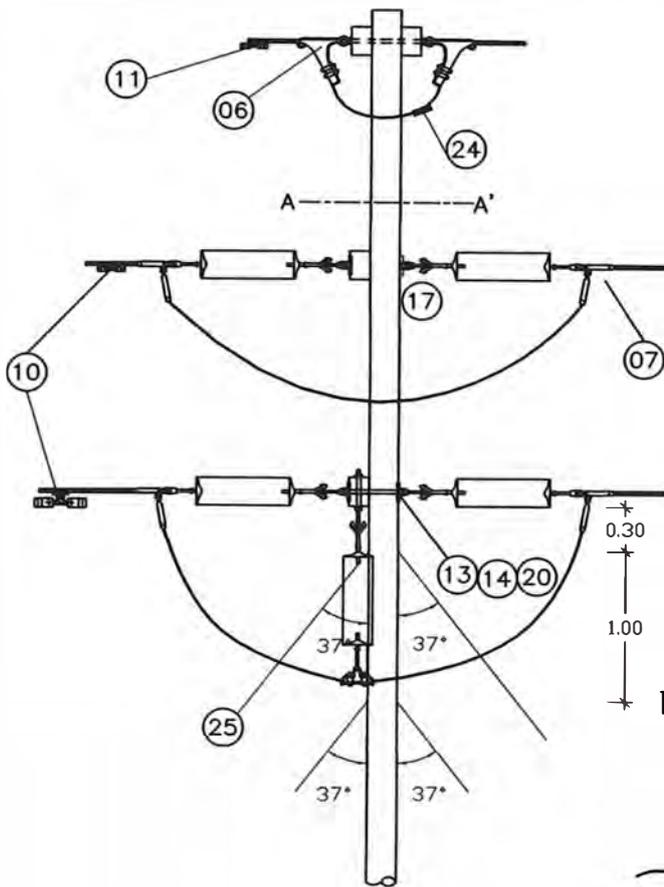


TÍTULO:
ARMADO
 TIPO A2

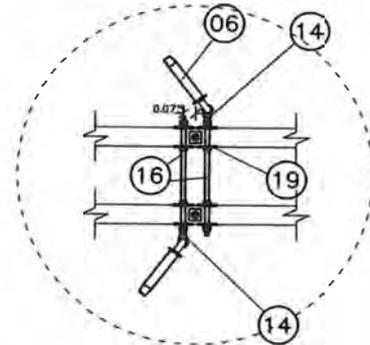
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 MONTAJE ELECTROMECHANICO
 LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
 RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
 REVISADO: G.A.R.
 ESCALA: S/E
 PLANO No: 03

FECHA:
 DIC-2009
 03

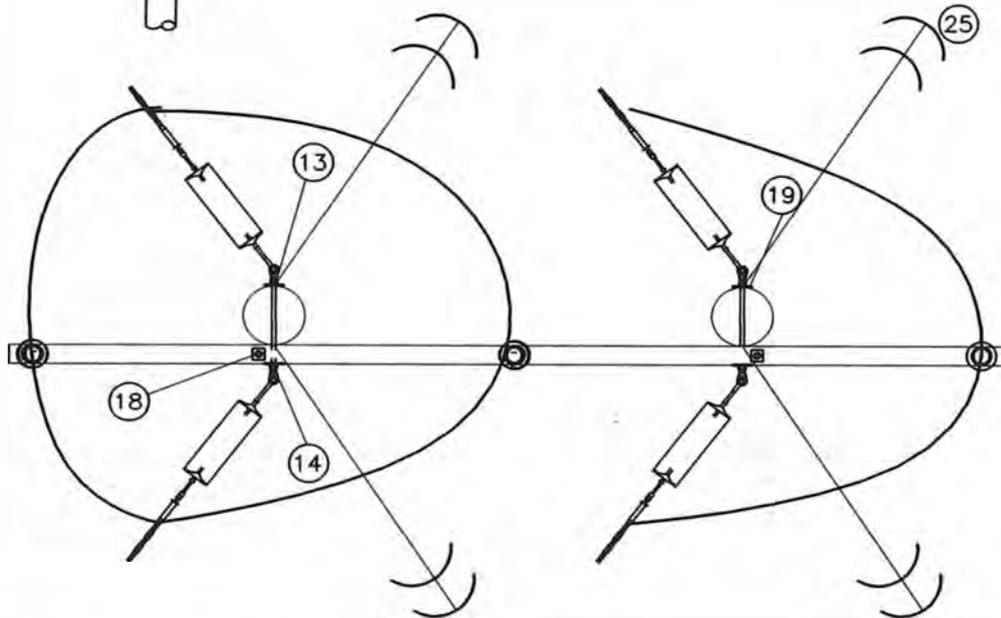


DETALLE ANCLAJE
CABLE DE GUARDA



VISTA LATERAL

CORTE A-A'



13 Perno Ojo A'G' Ø19x457mm long, 152mm rosado c/t	02		
12 P.Maq. A'G' Ø13x204mm long, 152 mm rosado c/t.	06	25 Juego de Retenidas (ver Lámina 32 - Retenidas)	08
11 Amortiguador antivibración para Cable guarda de 50 mm2	01	24 Conector de vías paralelas Acero - Acero 50/50 mm2	02
10 Amortiguador antivibración para Cond. 240 mm2	03	23 Brazo de madera de 92x191x4000 mm	02
09 Perno Ojo A'G' Ø19mmx254mm long, 152 mm rosado con c/t y ct	02	22 Extremo metálico de brazo AG' + 4 Pernos maq. Ø13x254mm ct c/ct	04
08 Cinta Plana de armar para Cond. de 240 mm2	02	21 Abrazadera central de A'G'	01
07 Grapa de anclaje tipo Compresión de Al, para Cond. 240 mm2	06	20 Arandela cuadrada curva A'G' 75x75x5 mm agujero Ø21mm	06
06 Grapa de Anclaje tipo Pistola A'G' para cable guarda 50mm2	02	19 Arandela cuadrada plana A'G' 75x75x5 mm agujero Ø21mm	30
05 Grapa de Suspensión de Al, para cond. 240 mm2	02	18 Arandela cuadrada plana A'G' 57x57x5 mm agujero Ø15mm	12
04 Aislador Polimérico Horquilla-Lengueta para 60kV	08	17 Perno Doble Armado AG' de 19mmØx610mm, c/2 tuercas y 2 ct	04
03 Poste de madera, longitud requerida	02	16 Perno Doble Armado AG' de 19mmØx610mm, c/4 tuercas y 2 ct	04
02 Cruceta de Madera 127x178x6300 mm	01	15 Perno Maq Ø19x457mm long, 152 mm rosado, c/t y ct	05
01 Cruceta de madera 127x178x3350 mm	04	14 Tuerca Ojo A'G' forjado para perno de Ø19 mm	08
N° DESCRIPCION	CNT	N° DESCRIPCION	CNT



TITULO:

ARMADO
TIPO A2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECHANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA-NEUA CAJAMARCA

DISEÑO:

J.Z.R.

REVISADO:

G.A.R.

ESCALA:

S/E

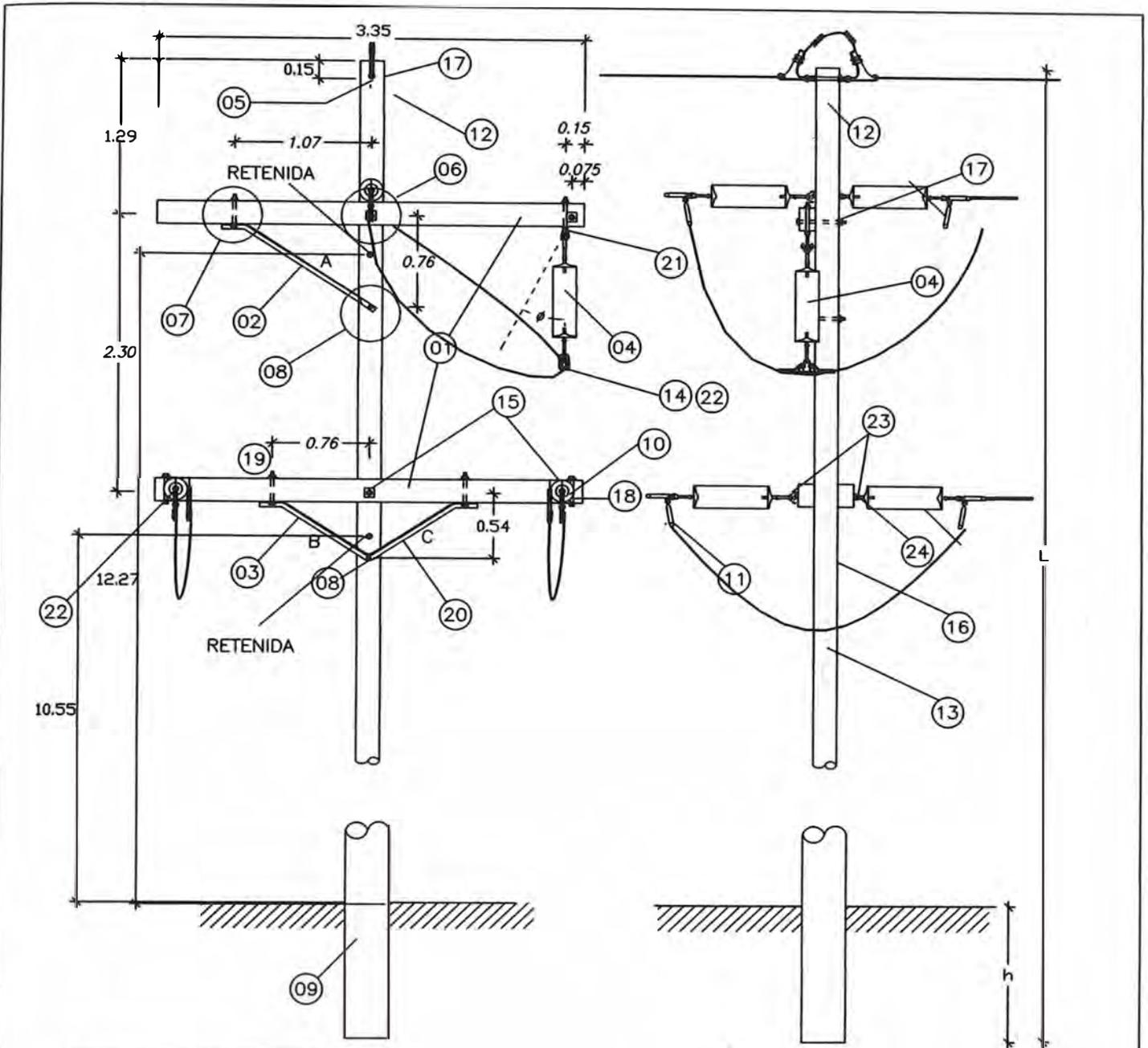
PLANO No:

04

FECHA:

DIC-2009

04



ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN	
ÁNGULO MÁXIMO	0°
VANO VIENTO (m)	210
VANO PESO (m)	250
VANO LATERAL MÁXIMO (m) (*)	354

CLASE	03
L (pies)	55
h (m)	2.30

(*) Vano máximo lateral por separación horizontal entre conductores
 - Todas las distancias están expresadas en metros.

23	Tuerca ojo de A.G. paraperno de Ø19mm	06	24	Perno doble armado A.G: Ø19x610mm c/2t y 2ct	03
22	Grapa de suspensión de AL. para conductor de 240 mm ²	01	21	Perno ojo A'G° 19mmØx254mm long 152mm roscado c/t y ct	03
10	P M A'G° 13mmØx204mm long 152mm roscado c/t.	05	20	Soporte angular A'G° 44x44x5mm,970mm de long - Tipo C	02
09	Poste de Madera - Longitud requerido	01	19	Arandela cuadrada plana A'G° 57x57x5 mm agujero 18mmØ	10
08	P M A'G° 16mmØx305mm long 152mm roscado c/t	02	18	Arandela cuadrada plana A'G° 57x57x5 mm agujero 15mmØ	10
07	P M A'G° 16mmØx254mm long 152mm roscado c/t	05	17	Arandela cuadrada curva A'G° 75x75x5mm agujero 21mmØ	04
06	P M A'G° 19mmØx457mm long,152mm roscado c/t y ct	01	16	Arandela cuadrada curva A'G° 57x57x5 mm agujero 18 mmØ	01
05	Perno ojo A'G° Ø19mmx305mm long,152 mm roscado	01	15	Arandela cuadrada plana A'G° 75x75x5mm agujero 21mmØ	04
04	Aislador Polimérico Horquilla-Lengueta para 60kV	07	14	Cinta plana de armar	01
03	Soporte angular A'G° 44x44x5mm, 970mm de long - Tipo B	02	13	Vanilla de armar simple PARA conductor de 240 mm ²	03
02	Soporte angular A'G° 44x44x5 mm, 1350 mm de long - Tipo A	01	12	Grapa de anclaje tipo pistola de A'G° para cable de guarda de 50mm ²	02
01	Cruceta de madera 0.127x0.178x3.35 m	03	11	Grapa de compresión de AL para conductor de 240 mm ²	06
N°	DESCRIPCIÓN	CNT	N°	DESCRIPCIÓN	CNT

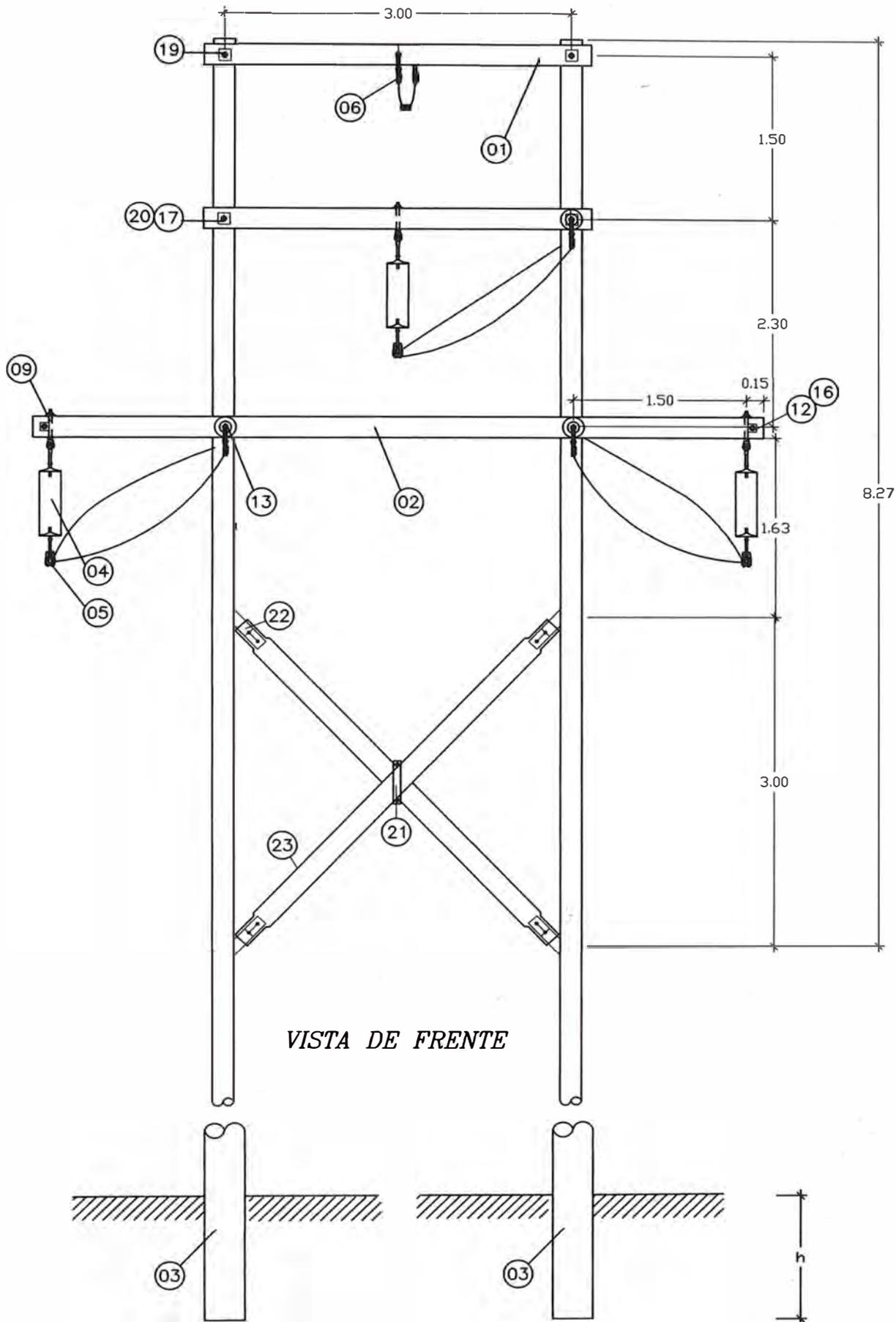


TÍTULO:
ARMADO
 TIPO AM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 MONTAJE ELECTROMECHANICO
 LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
 RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO:
 REVISADO:
 ESCALA:
 PLANO No:

FECHA:
 DIC-2009
 05



VISTA DE FRENTE



TITULO:
ARMADO
TIPO A0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECANICO
 LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
 RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.

REVISADO: G.A.R.

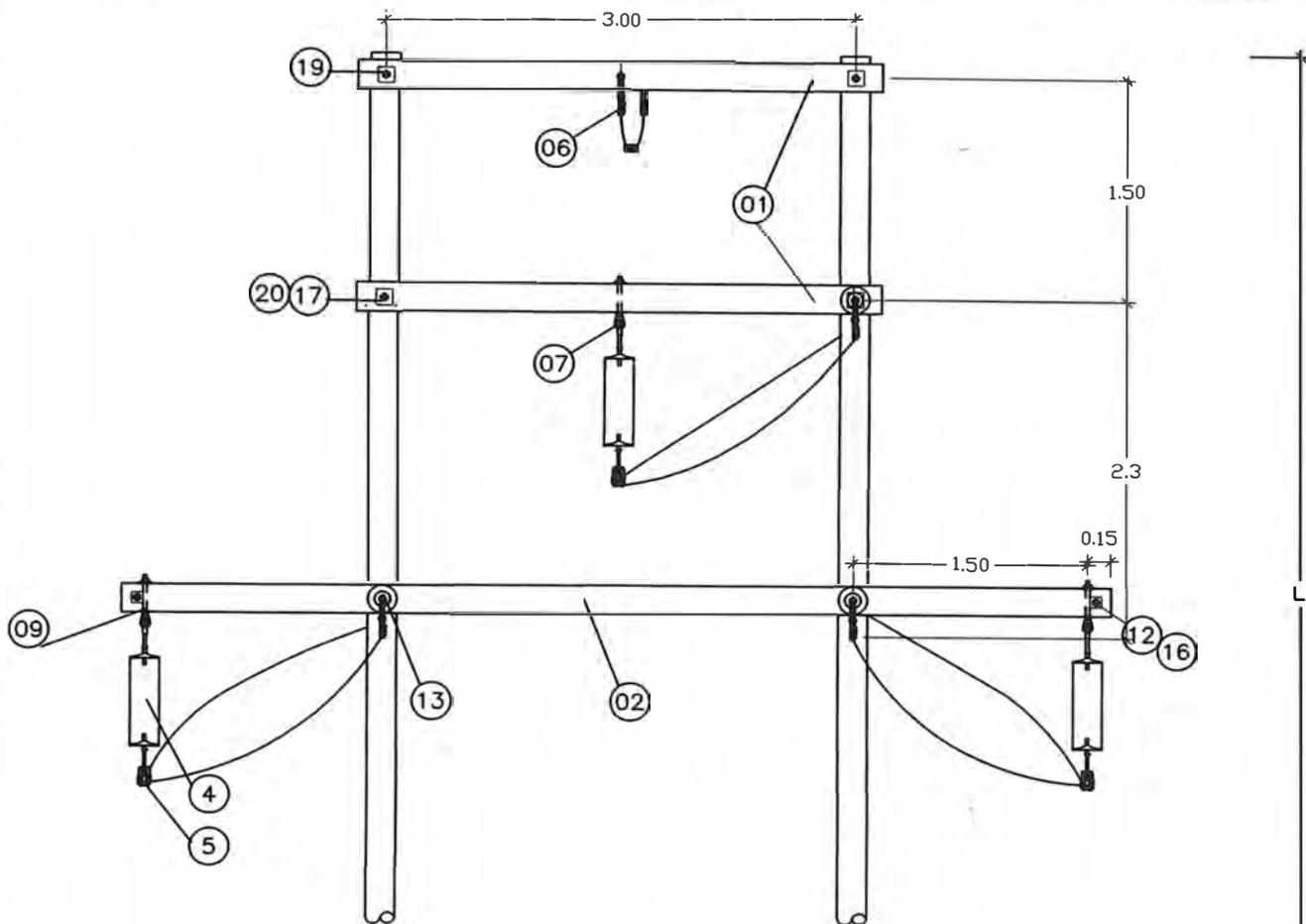
ESCALA: S/E

PLANO No: 06

FECHA:

DIC-2009

06



VISTA DE FRENTE

ESTRUCTURA DE SUSPENSION	
ANGULO MAXIMO	10°
WIND WINDO (m)	350
WIND PESO (m)	400
WIND LATERAL MAXIMO (m) (%)	380
N° RETENIDAS	08

L (pies)	55
h (m)	2.30

(*) Vano maximo lateral por separacion horizontal entre conductores
 - Todas las distancias estan expresadas en metros.

		25 Juego de Retenidas	08		
12 P.Maq. A"G Ø13x204mm long. 152 mm rascado c/t.	06	24 Conector de vías paralelas Acera - Acero 50/50 mm2	02		
11 Amortiguador Antivibración para Cable guarda de 50 mm2	01	23 Brazo de madera de 92x191x4000 mm	02		
10 Amortiguador antivibración para Cond. 240 mm2	03	22 Extremo metalico de brazo AG + 4 Pernos maq. Ø13x254mm c/t y ct	04		
09 Perno Ojo A"G Ø19mmx254 mm long.152 mm rascado c/t y ct	02	21 Abrazadera central de A"G - ver lamina de detalles	01		
08 Vanilla de armar simple para Cond. de 240 mm2	02	20 Arandela cuadrada curva A"G 75x75x5 mm agujero Ø21mm	06		
07 Grapo de anclaje tipo Compresión de Al, para Cond. 240 mm2	06	19 Arandela cuadrada plana A"G 75x75x5 mm agujero Ø21mm	30		
06 Grapo de Anclaje tipo Pistola A"G para cable guarda 50mm2	01	18 Arandela cuadrada plana A"G 57x57x5 mm agujero Ø15mm	12		
05 Grapo de Suspensión de Al, para cond. 240 mm2	03	17 Perno Doble Armado AG de 19mmØx610mm, c/2 tuercas y 2 ct	04		
04 Aislador Polimerico Horquilla Lengüeta para 60 kV	08	16 Perno Doble Armado AG de 19mmØx610mm, c/4 tuercas y 2 ct	04		
03 Poste de madera, longitud requerida	02	15 Perno Maq Ø19x457mm long. 152 mm rascado, c/t y ct	04		
02 Cruceta de Madera 0.127x0.178x6300 mm	01	14 Tuerca Ojo A"G forjado para perno de Ø19 mm	08		
01 Cruceta de madera 0.127x0.178x3350 mm	04	13 Perno Ojo A"G Ø19x457mm long.152mm rasado c/t	05		
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT



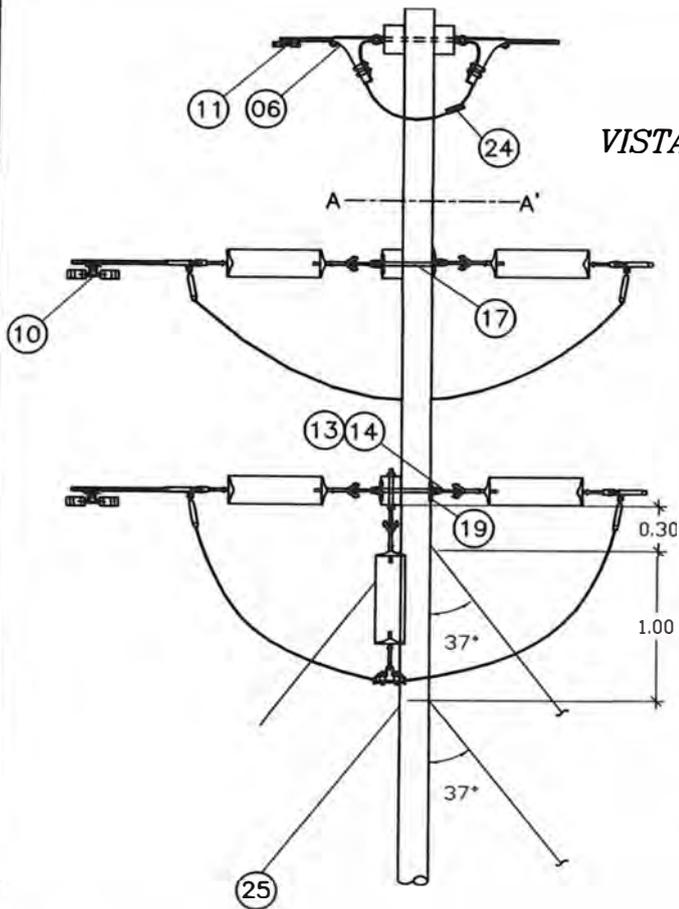
TITULO:
 ARMADO
 TIPO A0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 MONTAJE ELECTROMECHANICO
 LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
 RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
 REVISADO: G.A.R.
 ESCALA: S/E
 PLANO No: 07

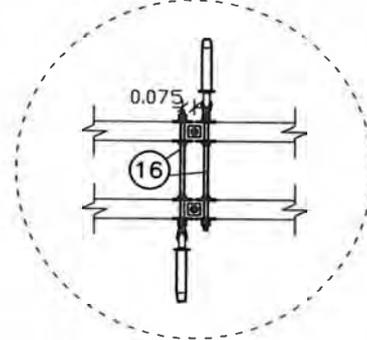
FECHA:
 DIC-2009

07

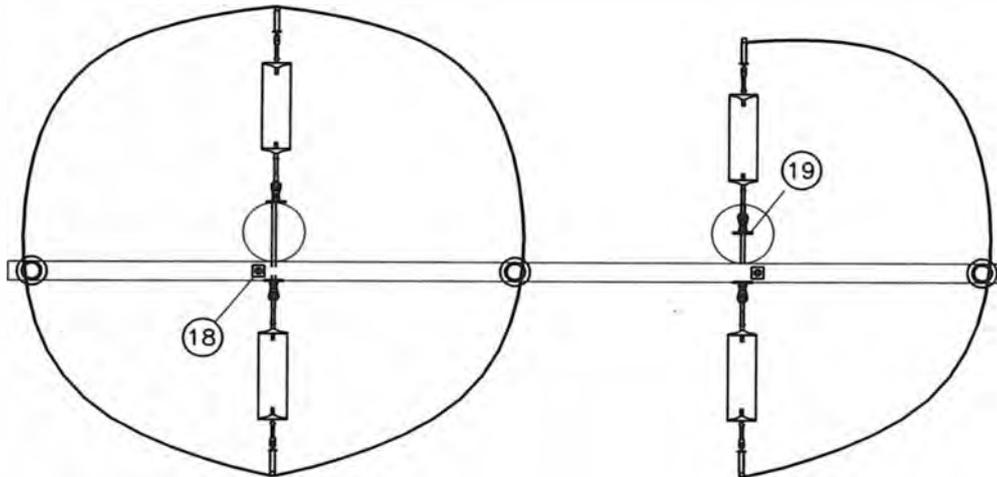


VISTA LATERAL

DETALLE ANCLAJE CABLE DE GUARDA



CORTE A-A'



13	Perno Ojo A'G' Ø19x457mm long, 152mm rosado c/t	02			
12	P.Ma. A'G' Ø13x204mm long, 152 mm rosado c/t.	06	25	Juego de Retenidas (ver lámina 32 - Retenidas)	
11	Amortiguador Antivibración para Cable guarda de 50 mm ²	01	24	Conector de vías paralelas Acero - Acero 50/50 mm ²	
10	Amortiguador antivibración para Cond. 240 mm ²	03	23	Brazo de madera de 92x191x4000 mm - ver detalle	
09	Perno Ojo A'G' Ø19mmx254 mm long, 152 mm rosado c/t y ct	02	22	Extremo metálico de brazo AG' + 4 Pernos maq. Ø13x254mm c/t y ct	
08	Vanilla de armar simple para Cond. de 240 mm ²	02	21	Abrazadera central de A'G' - ver lamina de detalles	
07	Grapa de anclaje tipo Compresión de Al, para Cond. 240 mm ²	06	20	Arandela cuadrada curva A'G' 75x75x5 mm agujero Ø21mm	
06	Grapa de Anclaje tipo Pistola A'G' para cable guarda 50mm ²	01	19	Arandela cuadrada plana A'G' 75x75x5 mm agujero Ø21mm	
05	Grapa de Suspensión de Al, para cond. 240 mm ²	03	18	Arandela cuadrada plana A'G' 57x57x5 mm agujero Ø15mm	
04	Aislador Polimerica Horquilla Lengüeta para 60 kV	08	17	Perno Doble Armado AG' de 19mmØx610mm, c/2 tuercas y 2 ct	
03	Poste de madera, longitud requerida	02	16	Perno Doble Armado AG' de 19mmØx610mm, c/4 tuercas y 2 ct	
02	Cruceta de Madera 0.127x0.178x6300 mm	01	15	Perno Maq Ø19x457mm long, 152 mm rosado, c/t y ct	
01	Cruceta de madera 0.127x0.178x3350 mm	04	14	Tuerca Ojo A'G' forjado para perno de Ø19 mm	
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT



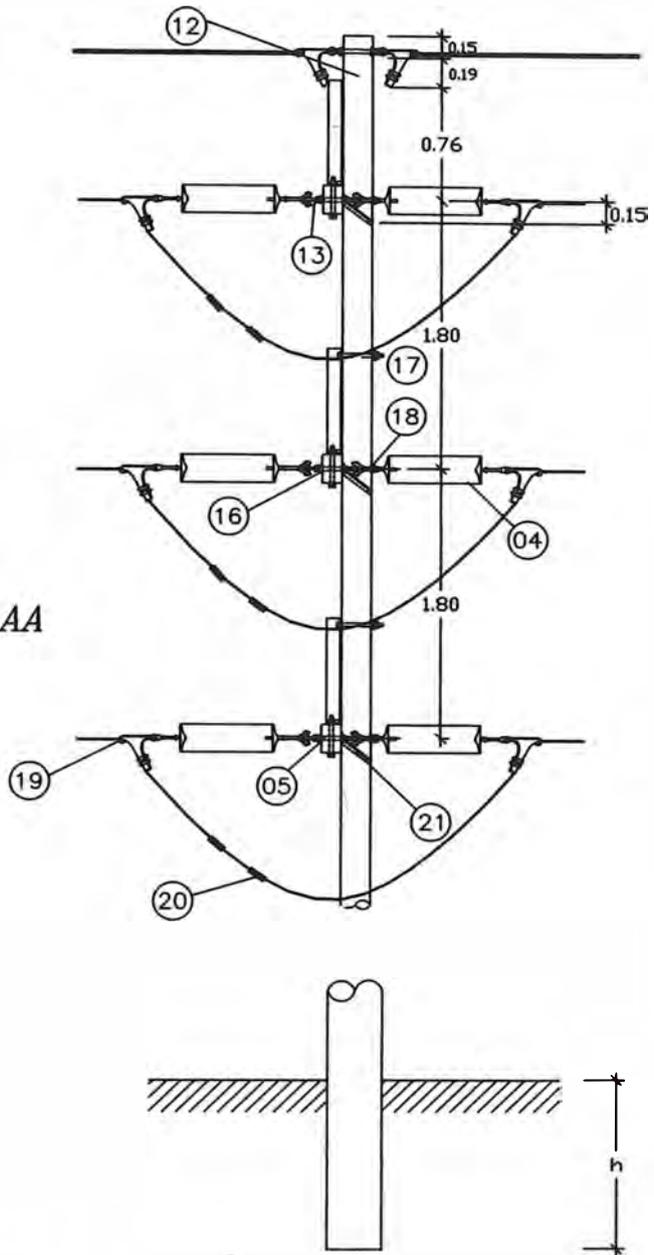
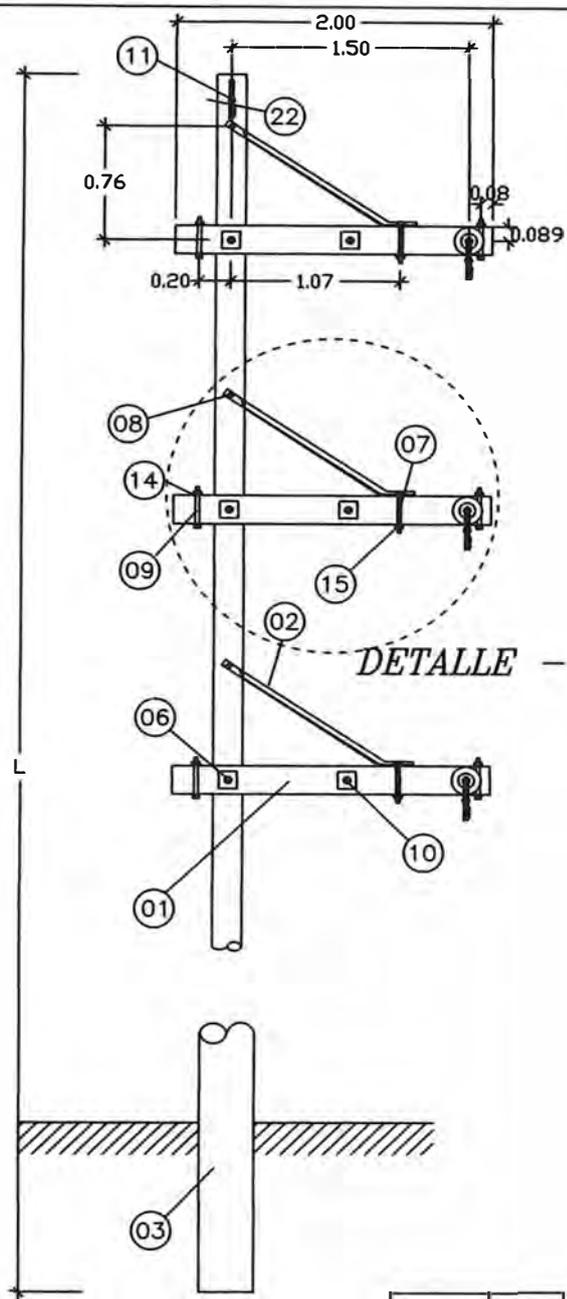
TITULO:
ARMADO
TIPO A0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
MONTAJE ELECTROMECANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
REVISADO: G.A.R.
ESCALA: S/E
PLANO No: 08

FECHA:
DIC-2009

08



L (pies)	55
h (m)	2.30
Clase	3

ESTRUCTURA DE SUSPENSION	
ANGULO MAXIMO	50
VANO VIENTO (m)	100
VANO PESO (m)	100
VANO LATERAL MAXIMO (m) (*)	120

(*) Vano maximo lateral por separacion horizontal entre conductores
 - Todas las distancias estan expresadas en metros.

11	P Ojo A'G' 19 mmØx305mm long. 152mm roscado c/t	01	22	Adaptador horquilla - Ojo	01
10	P M A'G' 16mmØx204mm long. 152mm roscado c/t	03	21	Soporte Angular AG' 44x44x5 - 900 mm de long. Tipo E	03
09	P M A'G' 13mmØx204mm long. 152mm roscado c/t	06	20	Conector de Vias Paralelas de Al - Al 240/240 mm2	06
08	P M A'G' 16mmØx305mm long. 152mm roscado c/t	06	19	Grapa de anclaje tipo Pistola para conductor de 240 mm2	06
07	P M A'G' 16mmØx254mm long. 152mm roscado c/t	03	18	Arandela cuadrada curva A'G' 75x75x5 mm agujero 21mmØ	05
06	P M A'G' 19mmØx457mm long.152mm roscado c/t y ct	03	17	Arandela cuadrada curva A'G' 57x57x5 mm agujero 18mmØ	06
05	Perno Ojo A'G' Ø19mmx204 mm long.152 mm roscado	03	16	Arandela cuadrada plana A'G' 75x75x5 mm agujero 21mmØ	09
04	Aislador Polimérico Horquilla-Lengueta para 60KV	06	15	Arandela cuadrada plana A'G' 57x57x5 mm agujero 18mmØ	06
03	Poste de Madera mts. requerido	01	14	Arandela cuadrada plana A'G' 57x57x5 mm agujero 15mmØ	12
02	Soporte angular A'G' de 44x44x5 mm, 1350 mm de long. Tipo D	03	13	Tuerca Ojo de AG' para perno de 19 mmØ	04
01	Cruceta de madera 127x178x2000 mm	03	12	Grapa de anclaje de AG' para cable de 50mm2	02
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT

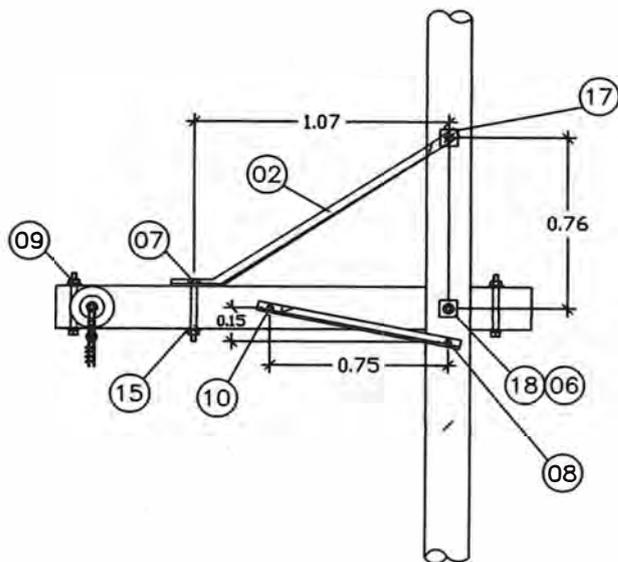


TITULO:
ARMADO
 TIPO ARV

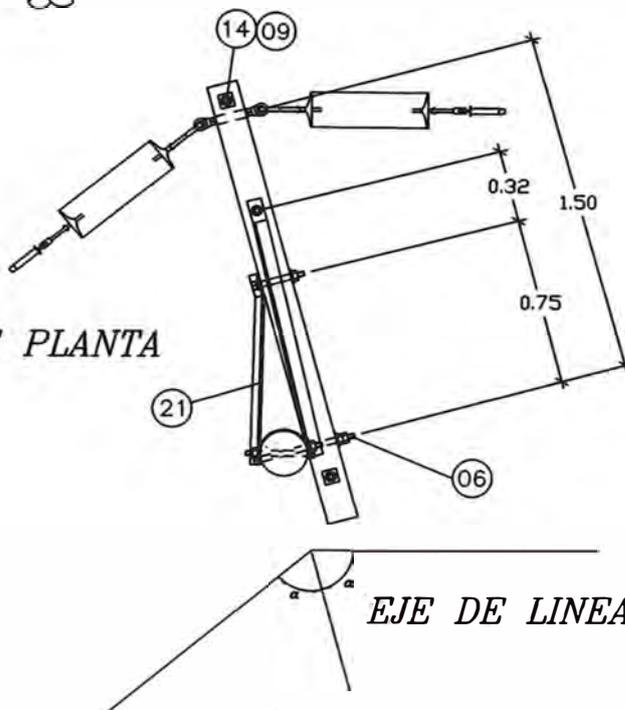
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 MONTAJE ELECTROMECHANICO
 LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
 RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
 REVISADO: G.A.R.
 ESCALA: S/E
 PLANO No: 09

FECHA:
 DIC-2009
 09



TIPO "ARV"
DETALLE - AA



DETALLE - VISTA DE PLANTA

EJE DE LINEA

11	Perno Ojo A"G 19mmØx305mm long. 152mm roscado c/t	01			
10	P M A"G 16mmØx204mm long. 152mm roscado c/t	03	21	Soporte angular A"G 44x44x5mm, 900 mm de long. Tipo E	03
09	P M A"G 13mmØx204mm long. 152mm roscado c/t	06	20	Conector de vías Paralelas de Al - Al 240/240 mm ²	06
08	P M A"G 16mmØx305mm long. 152mm roscado c/t	06	19	Grapa de anclaje tipo Pistola para conductor de 240 mm ²	06
07	P M A"G 16mmØx254mm long. 152mm roscado c/t	03	18	Arandela cuadrada Curva A"G 75x75x5mm agujero 21mmØ	05
06	P M A"G 19mmØx457mm long, 152mm roscado c/t y ct	03	17	Arandela cuadrada curva A"G 57x57x5 mm agujero 18 mmØ	06
05	Perno Ojo A"G 19mmØx204 mm long, 152 mm roscado	04	16	Arandela cuadrada plana A"G 75x75x5mm agujero 21 mm Ø	09
04	Aislador Polimérico Horquilla-Lengueta para 60 KV	06	15	Arandela cuadrada plana A"G 57x57x5mm agujero 18 mmØ	06
03	Poste de Madera mts. requerido	01	14	Arandela cuadrada plana A"G 57x57x5mm agujero 15 mmØ	12
02	Soporte angular A"G de 44x44x5 mm, 1350 mm de long. Tipo D	03	13	Tuerca Ojo de A"G para perno de 19 mmØ	04
01	Cruceta de madera 127x178x2000 mm	03	12	Grapa de anclaje de A"G para cable de 50mm ²	02
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT



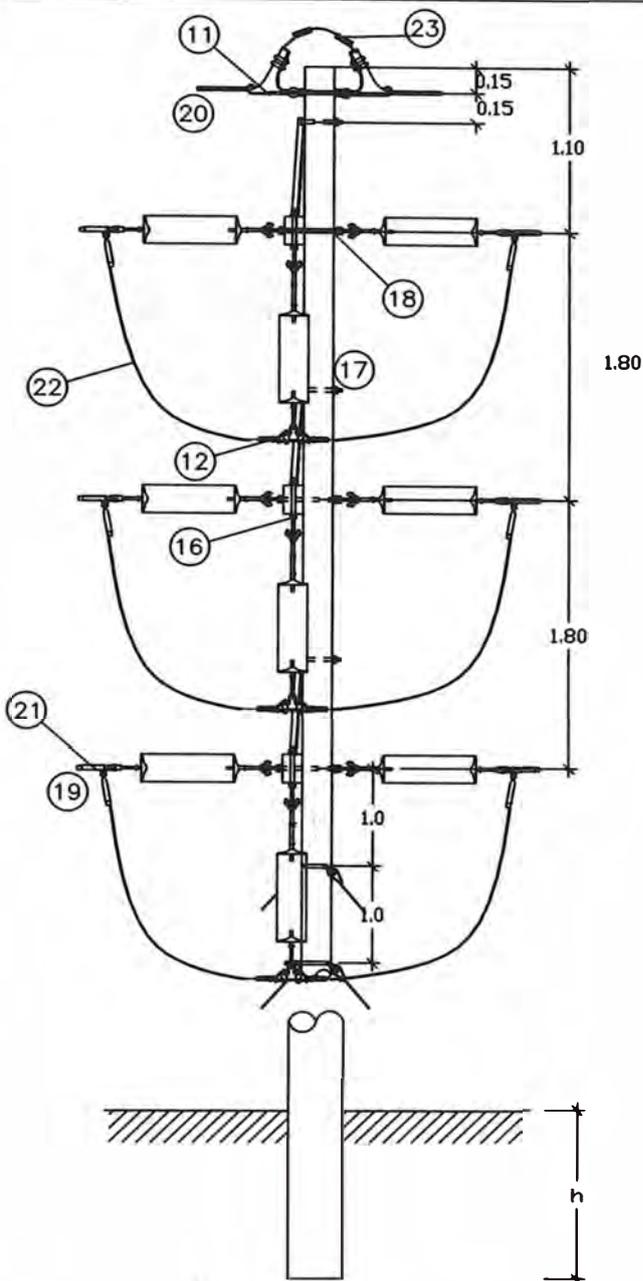
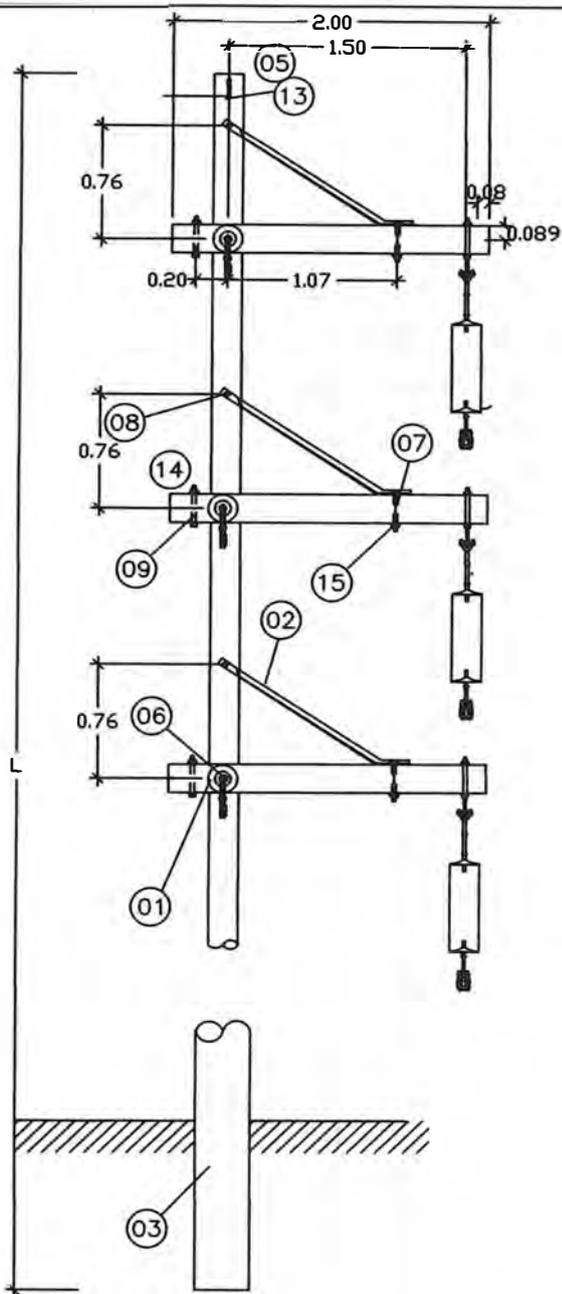
TITULO:
ARMADO
TIPO ARV

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
MONTAJE ELECTROMECHANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60KV
RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
REVISADO: G.A.R.
ESCALA: S/E
PLANO No: 10

FECHA:
DIC-2009

10



L (pies)	55	60
h (m)	2.30	2.45

ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN	
ANGULO MÁXIMO	8
VANO VIENTO (m)	250
VANO PESO (m)	250
VANO LATERAL MÁXIMO (m) (*)	258
ANG. OSCILAC. MÁX. CADENA (°)	60°

(*) Vano máximo lateral por separación horizontal entre conductores
 - Todas las distancias están expresadas en metros.

12	Cinta plana de Armar de Aluminio	03		
11	Grapa de anclaje tipo Pistola de A.G. para cable de 50mm ²	02	23	Conector de Vías Paralelas de Acero - Acero 50/50 mm ²
10	Grapa de suspensión de Al para conductor de 240 mm ²	03	22	Conector de Vías Paralelas de Al - Al 240/240 mm ²
09	P M A.G. 13mmØx204mm long. 152mm roscado c/tuerca.	06	21	Grapa de anclaje tipo compresión para conductor de 240 mm ²
08	P M A.G. 16mmØx305mm long. 152mm roscado c/tuerca	03	20	AMORTIGUADOR ANTIVIBRACIÓN PARA CABLE DE GUARDA DE 50 mm ²
07	P M A.G. 16mmØx254mm long. 152mm roscado c/tuerca	03	19	AMORTIGUADOR ANTIVIBRACIÓN PARA CONDUCTOR DE 240 mm ²
06	Perno ojo A.G. Ø19x457mm long. 152mm roscado C/tuerca y C/T	03	18	ARANDELA CUADRADA CURVA A.G. 75x75x5mm agujero 21mmØ
05	Perno Ojo A.G. Ø19mmx305mm long. 152 mm roscado	04	17	ARANDELA CUADRADA CURVA A.G. 57x57x5 mm agujero 18 mmØ
04	Aislador Polimerico	09	16	ARANDELA CUADRADA PLANA A.G. 75x75 5 mm agujero 21 mm Ø
03	Poste de Madero mts. requerido	01	15	ARANDELA CUADRADA PLANA A.G. 57x57x5mm agujero 18 mmØ
02	Soporte angular A.G. 44x44x5 mm, 1350 mm de long.- Tipo E	03	14	ARANDELA CUADRADA PLANA A.G. 57x57x5mm agujero 15 mmØ
01	Cruceta de madera 127x178x2000 mm	03	13	Tuerca Ojo de A.G. para perno de 19 mm de Ø
N	DESCRIPCIÓN	CNT	N	DESCRIPCIÓN



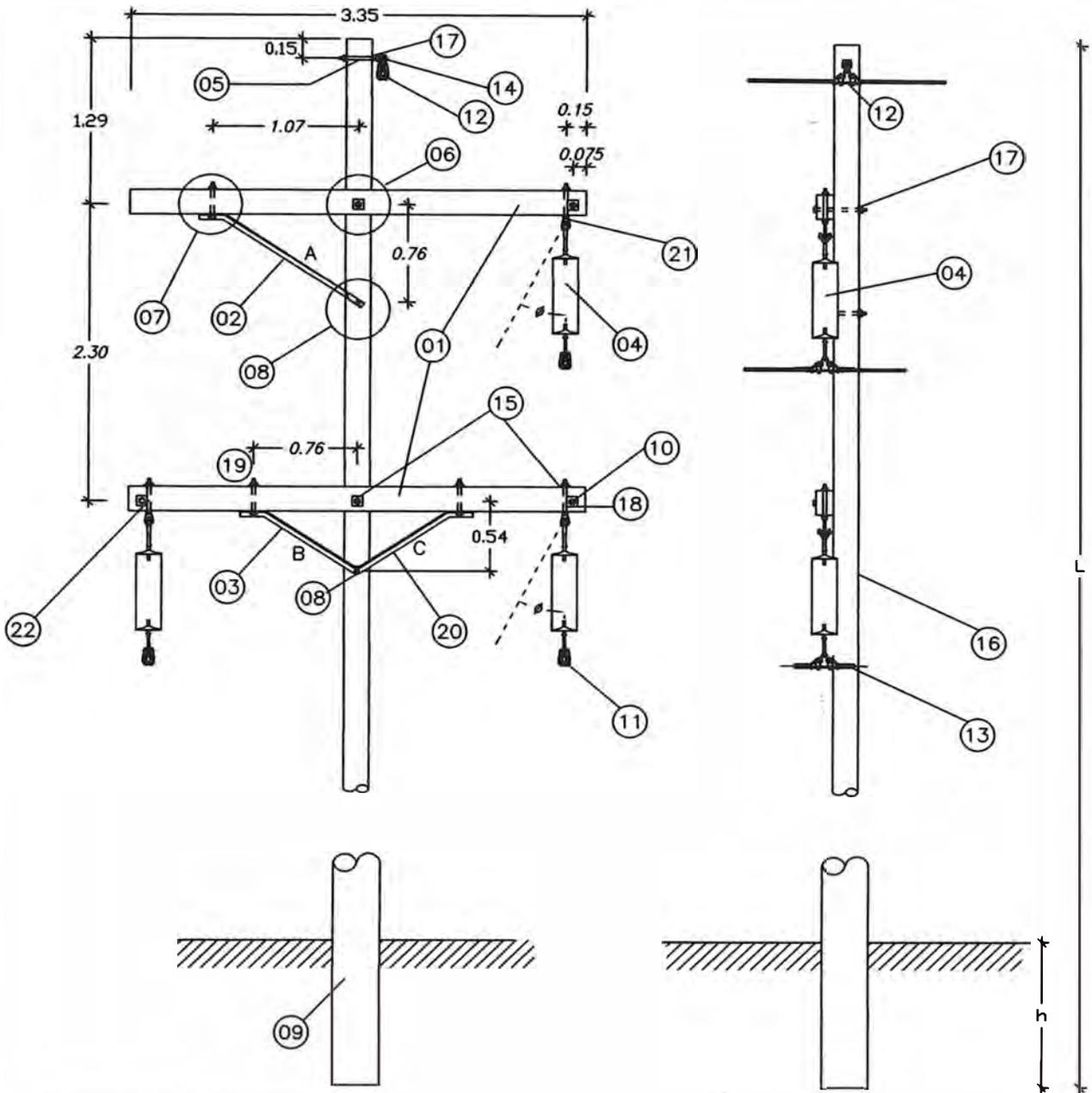
TÍTULO:
ARMADO
 TIPO ASV

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 MONTAJE ELECTROMECHANICO
 LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
 RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
 REVISADO: G.A.R.
 ESCALA: S/E
 PLANO No: 11

FECHA:
 DIC-2009

11



ESTRUCTURA DE SUSPENSION	
ANGULO MAXIMO	0°
VANO VIENTO (m)	200
VANO PESO (m)	250
VANO LATERAL MAXIMO (m) (*)	300
ANG. OSCILAC. MAX. CADENA (°)	60°

CLASE	03	04
L (pies)	55	55
h (m)	2.30	2.30

(*) Vano maximo lateral por separacion horizontal entre conductores
 - Todas las distancias estan expresadas en metros.

		21	Perno ojo A'G° 19mmØx254mm long 152mm roscado c/t y ct	03	
10	P M A'G° 13mmØx204mm long 152mm roscado c/l	03	20	Soporte angular A'G° 44x44x5mm, 970mm de long - Tipo C	01
09	Poste de Madera - Longitud requerido	01	19	Arandela cuadrada plana A'G° 57x57x5 mm agujero 18mmØ	03
08	P M A'G° 16mmØx305mm long 152mm roscado c/l	02	18	Arandela cuadrada plana A'G° 57x57x5 mm agujero 15mmØ	06
07	P M A'G° 16mmØx254mm long 152mm roscado c/l	03	17	Arandela cuadrada curva A'G° 75x75x5mm agujero 21mmØ	04
06	P M A'G° 19mmØx157mm long, 152mm roscado c/t y ct	02	16	Arandela cuadrada curva A'G° 57x57x5 mm agujero 18 mmØ	02
05	Perno ojo A'G° Ø19mmx305mm long, 152 mm roscado	01	15	Arandela cuadrada plana A'G° 75x75x5mm agujero 21mmØ	08
04	Aislador Polimérico Horquilla-Lengueta para 60kV	03	14	Adaptador Horquilla ojo de A'G°	01
03	Soporte angular A'G° 44x44x5mm, 970mm de long - Tipo B	01	13	Varilla de armar simple PARA conductor de 240 mm2	03
02	Soporte angular A'G° 44x44x5 mm, 1350 mm de long - Tipo A	01	12	Grapa de suspensión angular de A'G° para cable de guarda de 50mm2	01
01	Cruceta de madera 0.127x0.178x3.35 m	02	11	Grapa de suspensión de AL para conductor de 240 mm2	03
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT



TITULO:
 ARMADO
 TIPO S

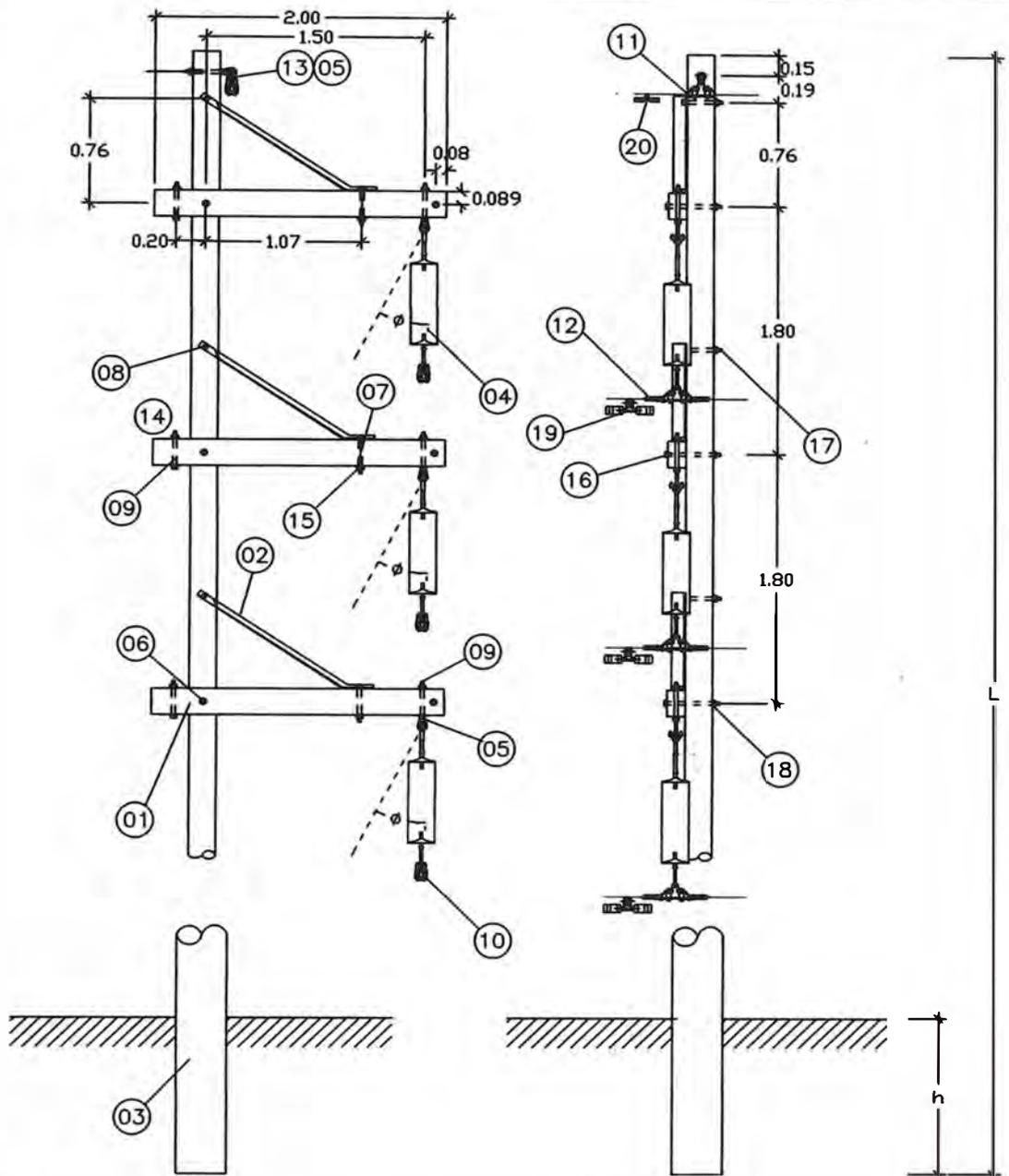
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECHANICO
 LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
 RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
 REVISADO: G.A.R.
 ESCALA: S/E
 PLANO No: 12

FECHA:
 DIC-2009

12



ESTRUCTURA DE SUSPENSION	
ANGULO MAXIMO	5
VANO VIENTO (m)	230
VANO PESO (m)	250
VANO LATERAL MAXIMO (m) (*)	258
ANG. OSCILAC. MAX. CADENA (°)	60°

CLASE	3	4
L (pies)	55	60
h (m)	2.30	2.45

(*) Vano maximo lateral por separacion horizontal entre conductores
 - Todas las distancias estan expresadas en metros.

10	Grapa de suspensión de AL para conductor de 240 mm ²	03	20	Amortiguador antivibración para cable de guarda de 50 mm ²	01
09	P M A°G° 13mmØx204mm long. 152mm roscado c/t	06	19	Amortiguador antivibración para conductor de 240 mm ²	03
08	P M A°G° 16mmØx305mm long. 152mm roscado c/t	03	18	Arandela cuadrada curva A°G° 75x75x5mm agujero 21mmØ	05
07	P M A°G° 16mmØx254mm long. 152mm roscado c/t	03	17	Arandela cuadrada curva A°G° 57x57x5 mm agujero 18 mmØ	03
06	P M A°G° Ø19x457mm long.152mm roscado c/t y ct	03	16	Arandela cuadrada plana A°G° 75x75 5 mm agujero 21 mm Ø	09
05	Perno Ojo A°G° Ø19mmx305mm long.152 mm roscado	04	15	Arandela cuadrada plana A°G° 57x57x5mm agujero 18 mmØ	03
04	Aislador Polimérico	03	14	Arandela cuadrada plana A°G° 57x57x5mm agujero 15 mmØ	12
03	Poste de Madera mts. requerido	01	13	Adaptador horquilla ojo de A°G°	01
02	Soporte angular A°G° 44x44x5 mm, 1350 mm de long.- Tipo D	03	12	Varilla de armar simple para conductor de 240 mm ²	03
01	Cruceta de madera 127x178x2000 mm	03	11	Grapa de suspensión de A°G° para cable de guarda de 50mm ²	01
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT



TITULO:
ARMADO
 TIPO. SV

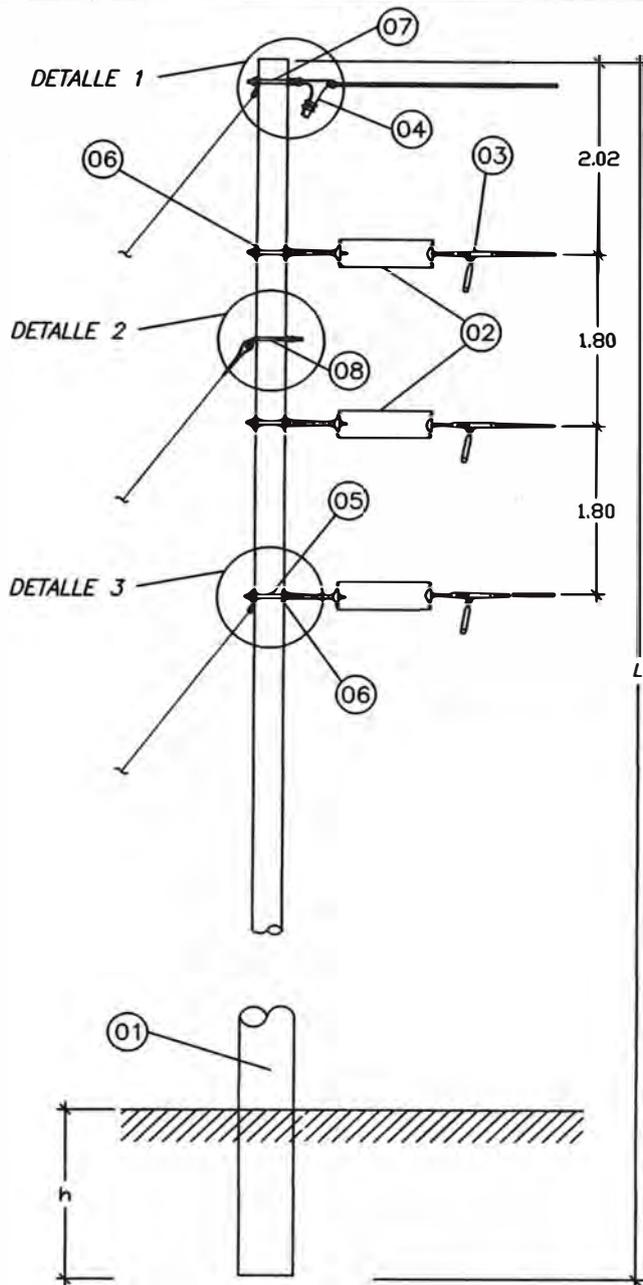
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECHANICO
 LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
 RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

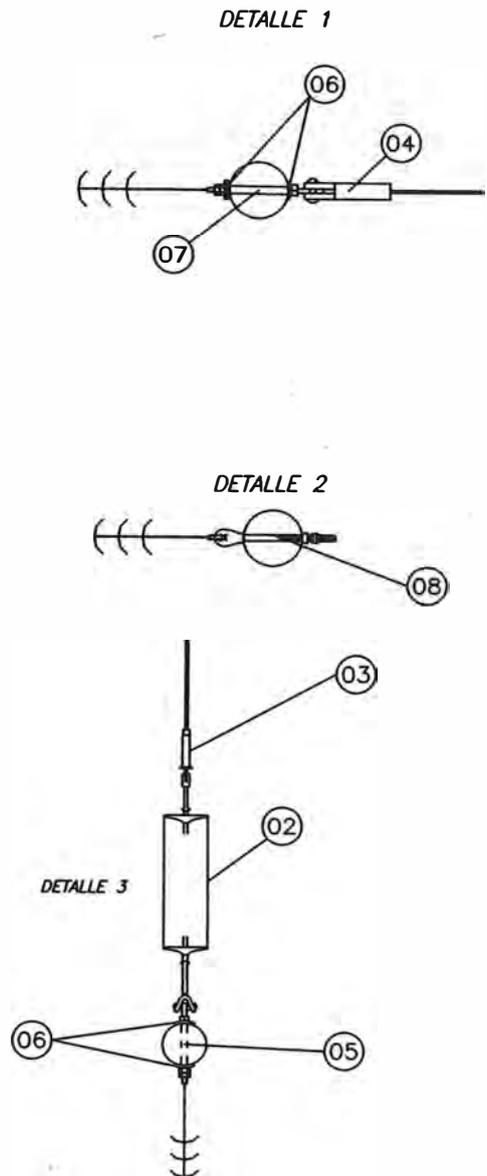
DISEÑO: J.Z.R.
 REVISADO: G.A.R.
 ESCALA: S/E
 PLANO No: 13

FECHA:
 DIC-2009

13



VISTA DE FRENTE



VISTA DE PLANTA

ESTRUCTURA DE SUSPENSION	
ANGULO MAXIMO	0°
VANO VIENTO (m)	200
VANO PESO (m)	200
VANO LATERAL MAXIMO (m) (*)	260
N° RETENIDAS	03

(*) Vano maximo lateral por separacion horizontal entre conductores
 - Todas las distancias estan expresadas en metros.

CLASE	3	4
L (pies)	55	60
h (m)	2.30	2.45

04	Grapa de anclaje tipo pistola de A'G para cable de guarda 50 mm ²	01	08	Perno angular con ojal guardacabo de A'G 19mmØx254mm c/t y ct	01
03	Grapa de anclaje tipo compresión de AL para conductor de 240mm ²	03	07	Perno ojo A'G 19mmØx305 long 152mm roscado c/t y c/t	01
02	Aislador polimérico Horquilla-Lengüeta para 60kV	03	06	Arandela cuadrada curva A'G 75x75x5mm agujero 21mmØ	08
01	Poste de madera - El requerido	01	05	Perno ojo de A'G 19mmØx356 long 152mm roscado c/t y ct	03
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT



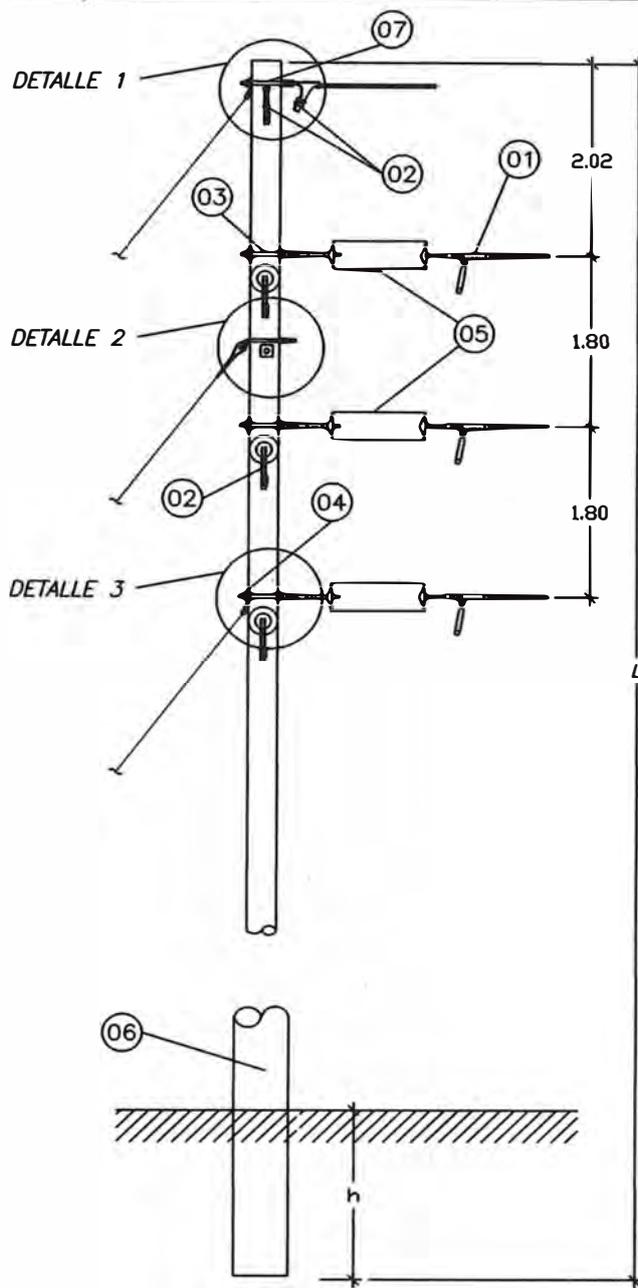
TITULO:
ARMADO
TIPO T

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
MONTAJE ELECTROMECANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

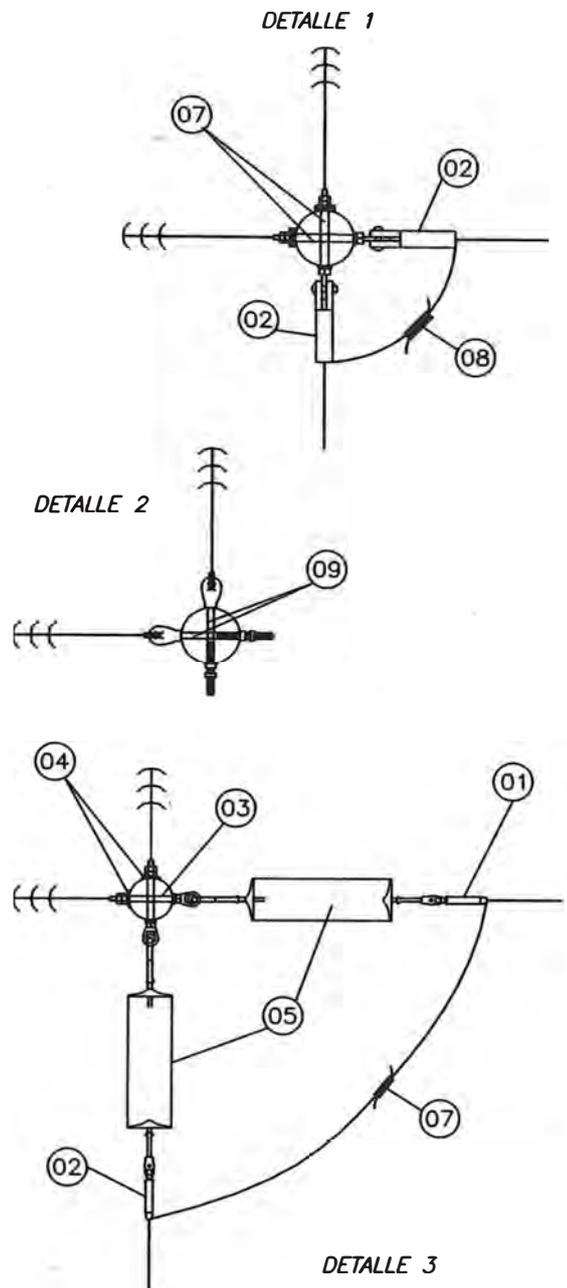
DISEÑO: J.Z.R.
REVISADO: G.A.R.
ESCALA: S/E
PLANO No: 14

FECHA:
 DIC-2009

14



VISTA DE FRENTE



VISTA DE PLANTA

ESTRUCTURA DE SUSPENSION	
ANGULO MAXIMO	90°
VANO VIENTO (m)	200
VANO PESO (m)	200
VANO LATERAL MAXIMO (m) (*)	260
N° RETENIDAS	03

CLASE	3
L (pies)	55
h (m)	2.30

(*) Vano maximo lateral por separacion horizontal entre conductores
 - Todas las distancias estan expresadas en metros.

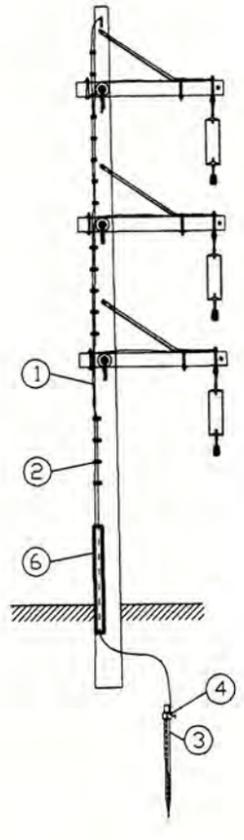
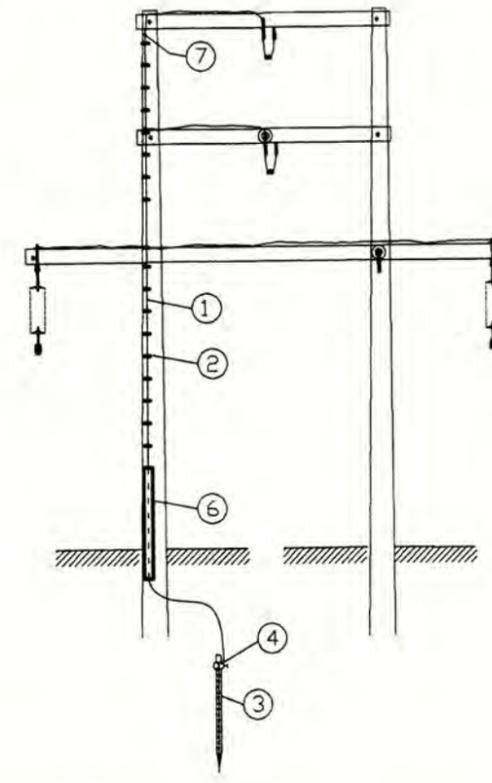
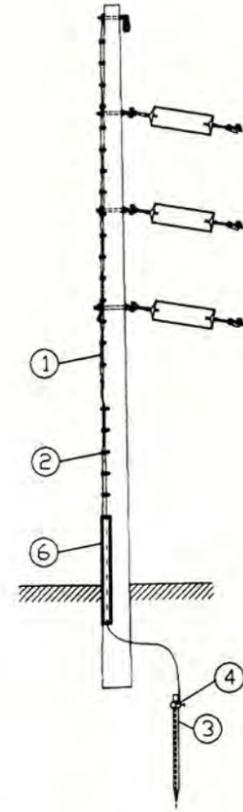
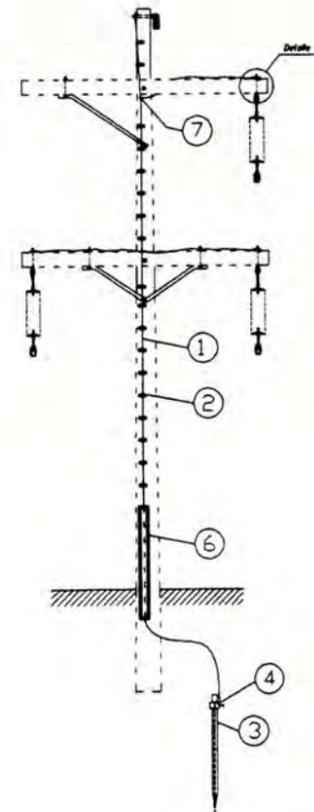
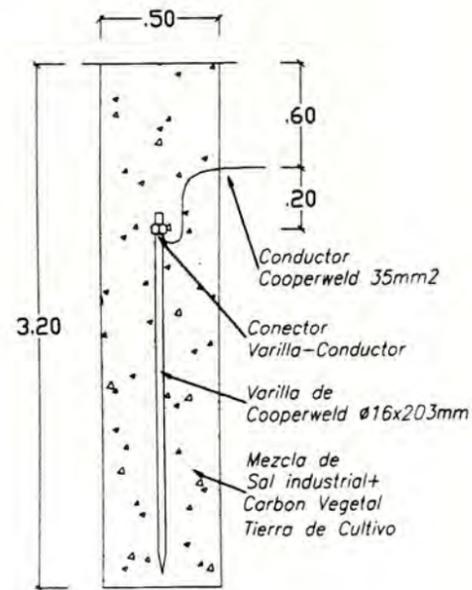
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT
05	Aislador polimérico Horquilla-Lengueta para 60 kV	06			
04	Arandela cuadrada curva A"G 75X75X5mm agujero 21 mmØ	16	09	Perno angular con ajal guardacabo de A"G 19mmØx254mm c/t y ct	02
03	Perno ojo A"G 19mmØx356 long 152mm roscado c/t y ct	06	08	Conector de vías paralelas Acero-Acero 50/50mm2	02
02	Grapo de anclaje tipo pistola de A"G para cable de guarda 50mm2	02	07	Perno ojo de 19x305 long 152mm roscado c/t y ct	02
01	Grapo de anclaje tipo compresión de AL para conductores de 240mm2	06	06	Poste de madera - El requerido	01



TITULO: ARMADO TIPO 2T	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MONTAJE ELECTROMECHANICO LINEA DE TRANSMISION EN 60kV RIOJA-NUEVA CAJAMARCA	DISEÑO:	J.Z.R.	FECHA: DIC-2009 15
		REVISADO:	G.A.R.	
		ESCALA:	S/E	
		PLANO No:	15	

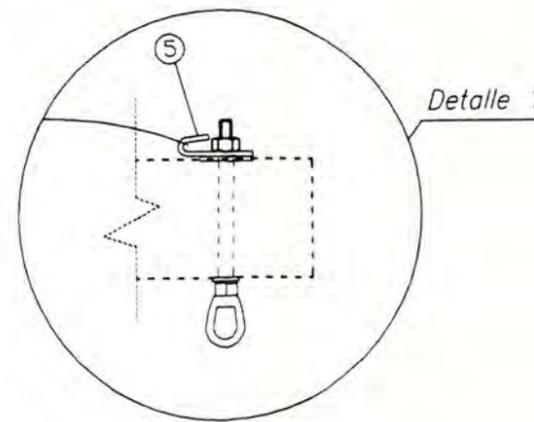
DETALLE SUBIDA DEL CABLE DE PUESTA A TIERRA
(ESTRUCTURAS TIPICAS DE MADERA)

DETALLE DE ENTERRAMIENTO
DE VARILLA



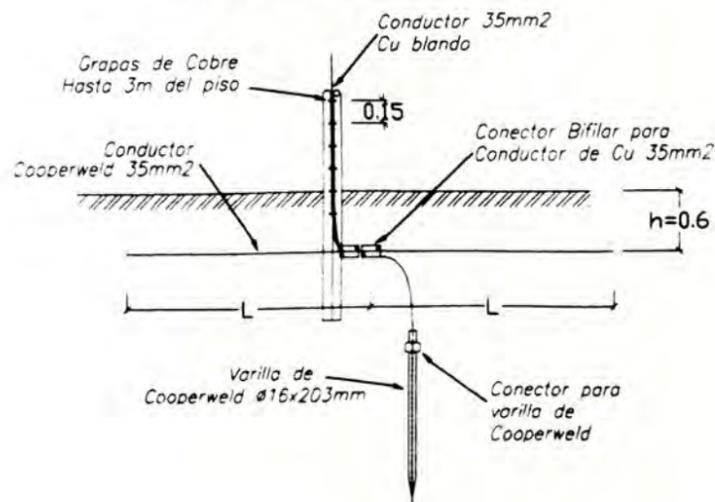
RECOMENDACIONES REFERENCIALES						
RANGO RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-m)	ZONA I		ZONA II		ZONA III	
	TIPO DE P.T.	LONGITUD L(m)	TIPO DE P.T.	LONGITUD L(m)	TIPO DE P.T.	LONGITUD L(m)
A 0 - 250	PT1	10	PT1	4	PT1	0
B 251 - 500	PT1	20	PT1	8	PT1	4
C 500 - 750			PT1	12	PT1	6
D 750 - 1000			PT1	20	PT1	8

(*) NOTA : AUMENTAR LONGITUD DEL CONTRAPESO HASTA OBTENER LA RESISTENCIA MAXIMA RECOMENDADA

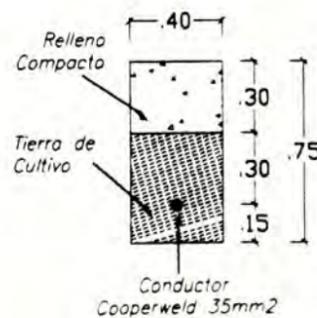


N°	DESCRIPCION
7	CONECTOR DE Cu TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE 25mm²
6	LISTON DE MADERA 25.4x90x3000mm
5	PLANCHA DE Cu DOBLADA "J" PARA TOMA A TIERRA
4	CONECTOR DE BRONCE PARA ELECTRODO DE Cu DE 16mmØ
3	VARILLA DE COBRE DE 16mmØx2.40 m
2	GRAPA TIPO "U" DE COBRE
1	CONDUCTOR DE Cu DESNUDO, DURO, CABLEADO DE 25mm²

PUESTA A TIERRA TIPO PT1



DETALLE DE ENTERRAMIENTO
DE CONTRAPESOS



CONDICIONES DE PUESTA TIERRA		
ZONA	DESCRIPCION	RESISTENCIA MAXIMA
I	ZONA URBANA TRANSITABLE - TODA ZONA DONDE ES FRECUENTE EL TRANSITO DE PERSONAS - ZONAS DENTRO DEL LIMITE URBANO	10
II	ZONA POCO TRANSITABLE - ZONAS DE CULTIVO - ZONAS PARALELAS A CARRETERAS (DISTANCIAS MENORES A 50m) - ZONA DONDE EL TRANSITO DE PERSONAS ES POCO FRECUENTE	25
III	ZONA DESPOBLADA - ZONAS ALEJADAS A LAS VIAS DE CIRCULACION (DISTANCIAS MAYORES A 50m) - ZONAS DESERTICAS, PAMPAS O DESCAMPADOS	50



TITULO:
DETALLES
PUESTA A
TIERRA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA- NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
REVISADO: G.A.R.
ESCALA: S/E
PLANO No: 16

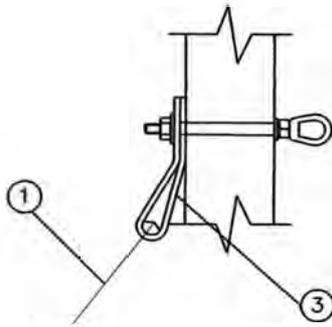
FECHA:
DIC-2009

16

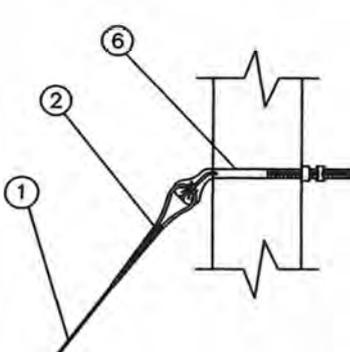
DETALLE DE RETENIDA

S/E

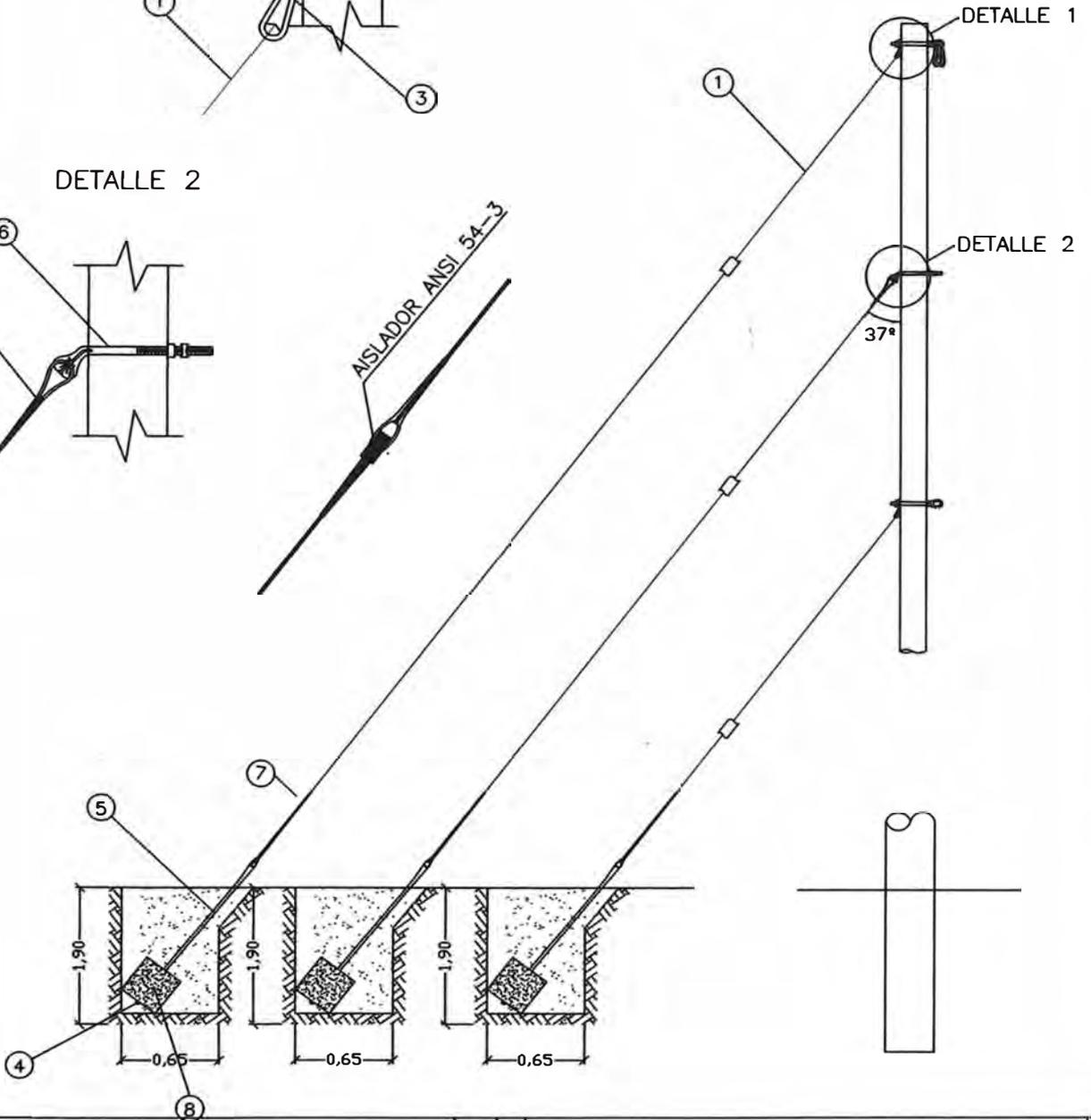
DETALLE 1



DETALLE 2



AISLADOR ANSI 54-3



04 Arandela cuadrada A'G 102mmx102x6.35mm de espesor	03	08 Bloque de concreto armado 0.3x0.3x1.5 m con agujera 25.4 mmØ	03
03 Estabon angular A'G de 1 agujero de 21mmØ	02	07 Alambre galvanizado N° 12 para amarre	24m
02 Mordaza preformada para Cable de 13mmØ	12	06 Perno angular con ojal Guardacabo de A'G 19mmØx254mmØ c/l y cl	01
01 Cable de acero 13mmØ, EHS	48m	05 Varilla de anclaje A'G 19mmØx2.40mt, con ojal guard de 51mmØ rosc en otro	03
N° DESCRIPCION	CNT	N° DESCRIPCION	CNT



TITULO:
RETENIDAS
ANCLAJES

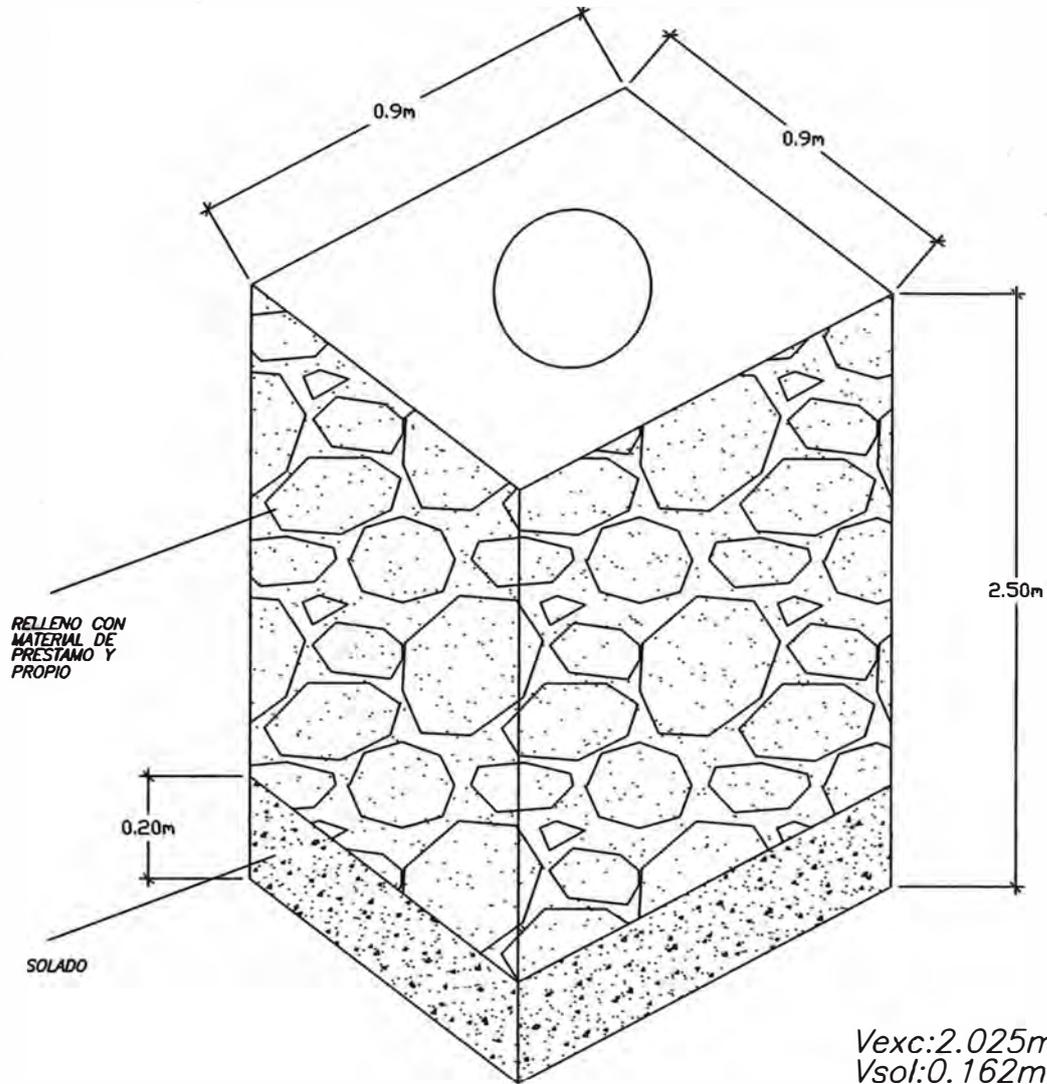
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
MONTAJE ELECTROMECHANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO:	J.Z.R.
REVISADO:	G.A.R.
ESCALA:	S/E
PLANO No:	17

FECHA:
DIC-2009

17

EXCAVACION Y RELLENO



$V_{exc}: 2.025m^3$
 $V_{sol}: 0.162m^3$
 $V_{pre}: 1.00m^3$
 $V_{pro}: 0.863m^3$

05		06		
04		16	09	02
03		06	08	02
02		02	07	02
01		06	06	01
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION



TITULO:
EXCAVACION
Y RELLENO

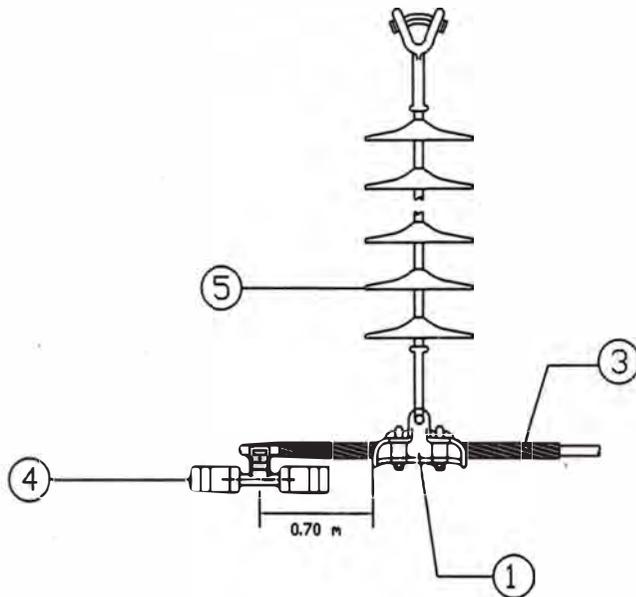
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
MONTAJE ELECTROMECANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
REVISADO: G.A.R.
ESCALA: S/E
PLANO No: 18

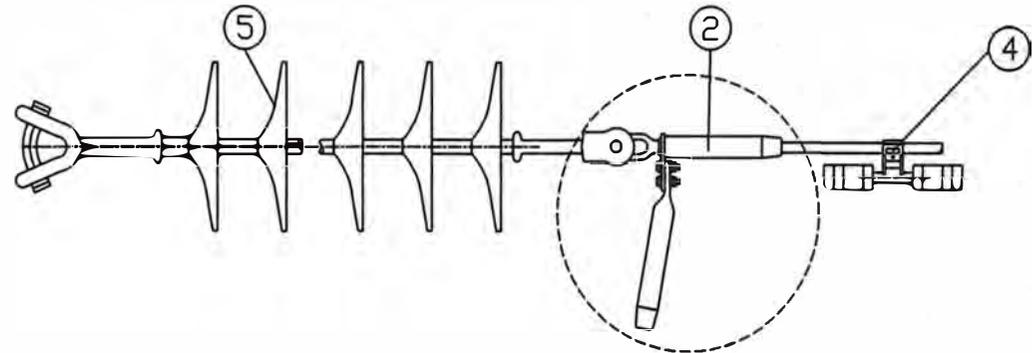
FECHA:
 DIC-2009
18

CADENA DE AISLADORES EN 60 kV

CADENA DE SUSPENSION



CADENA DE ANCLAJE



5	Aislador Polimérico para 60 kV
4	Amortiguador de Vibración para conductor de 240mm ²
3	Varilla de armar para conductor de 240mm ²
2	Grapa de Anclaje Tipo Compresión de AL para conductor 240mm ²
1	Grapa de Suspensión de AL para conductor de 240mm ²
N°	DESCRIPCION



TITULO:
DETALLE DE
AISLADORES-
AMORTIGUADORES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO:

J.Z.R.

REVISADO:

G.A.R.

ESCALA:

S/E

PLANO No:

19

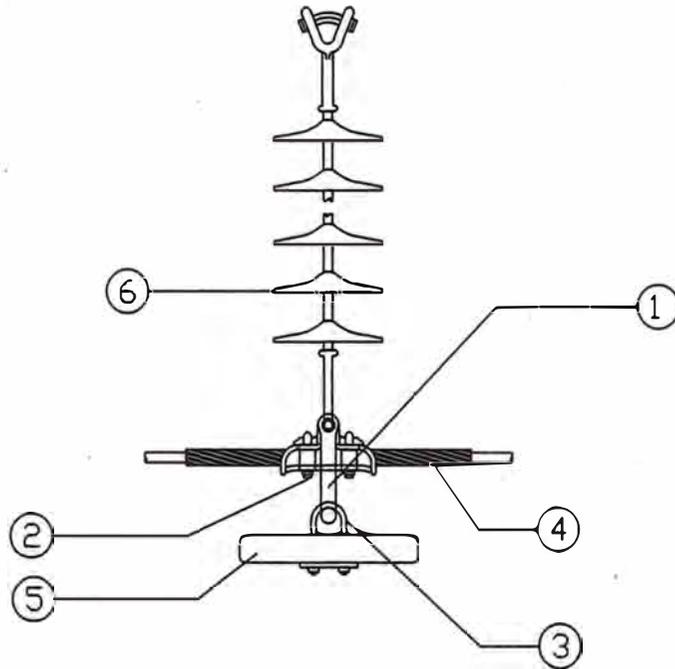
FECHA:

DIC-2009

19

CADENA DE AISLADORES EN 60 kV

CADENA DE SUSPENSION



6	Aislador polimerico
5	Contrapesos
4	Varilla de armar
3	Perno "U" de 16 mmØ
2	Grapa de suspensión para conductor de 240 mm ²
1	Grillete de A'G' DE 16 mm Ø
N°	DESCRIPCION



TITULO:
DETALLE DE
AISLADORES-
CONTRAPESOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECHANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO:

J.Z.R.

REVISADO:

G.A.R.

ESCALA:

S/E

PLANO No:

20

FECHA:

DIC-2009

20

DETALLE DE AGUJEROS EN POSTES DE MADERA

CRUCETAS PARA ESTRUCTURAS

ESTRUCTURA TIPO A0, A2

ESTRUCTURA TIPO AM

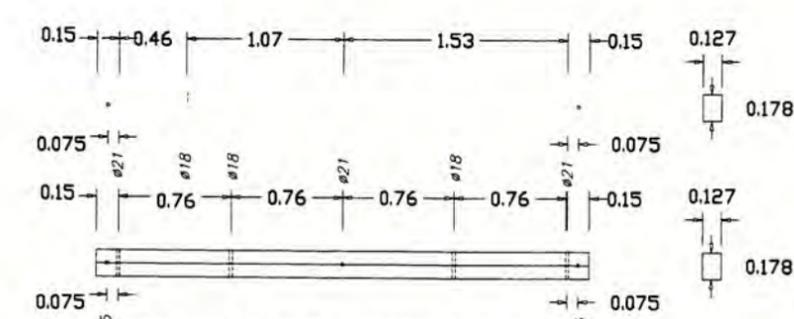
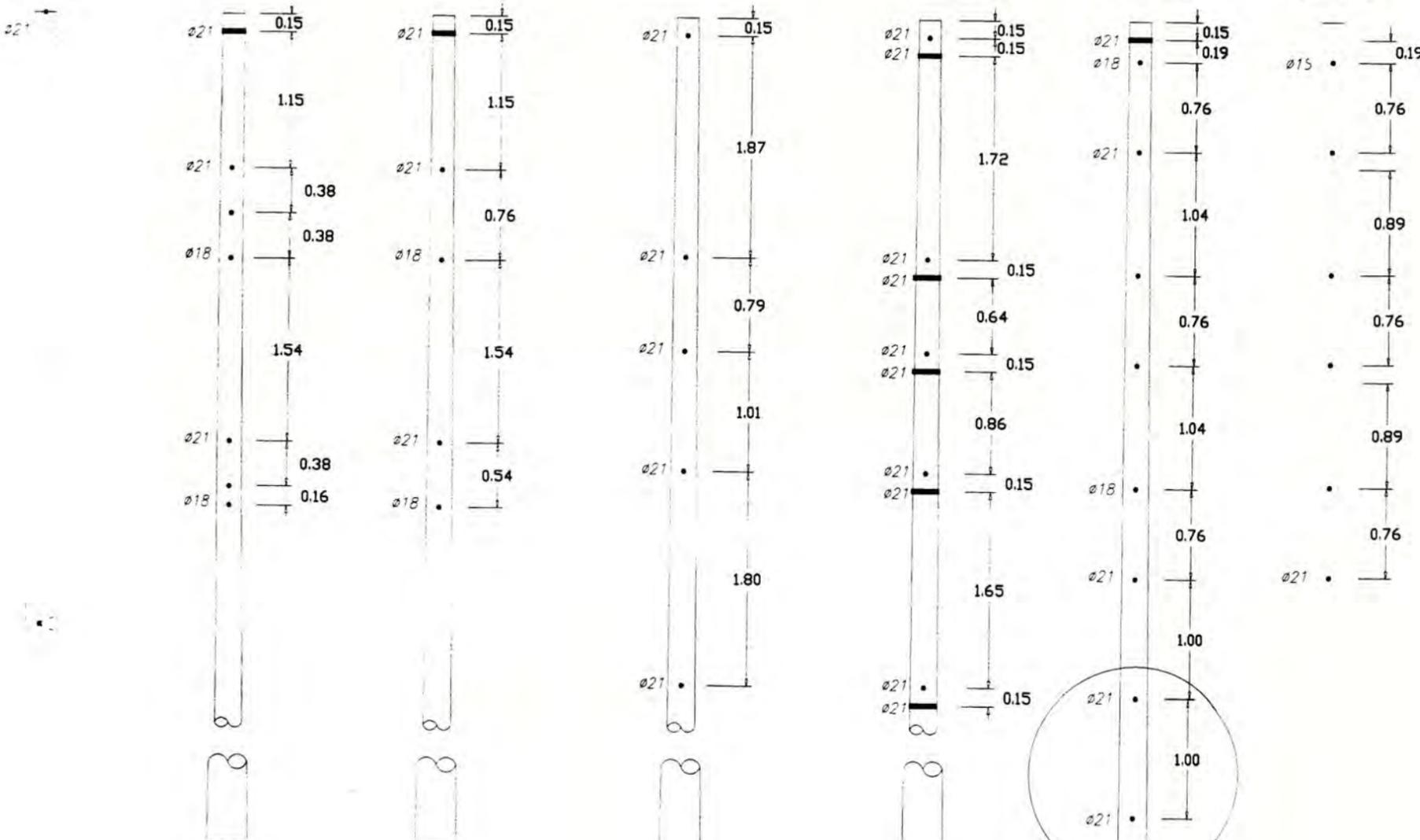
ESTRUCTURA TIPO S

ESTRUCTURAS TIPOS T16, T18, A1

ESTRUCTURAS TIPOS 2T-16

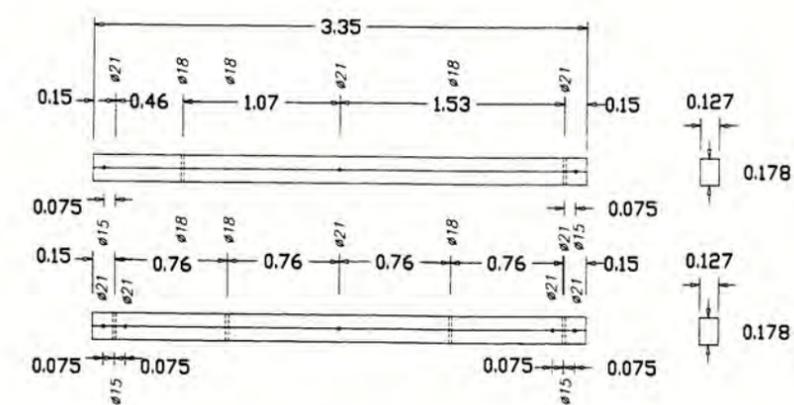
ESTRUCTURA TIPO SV, ASV

TIPO ARV

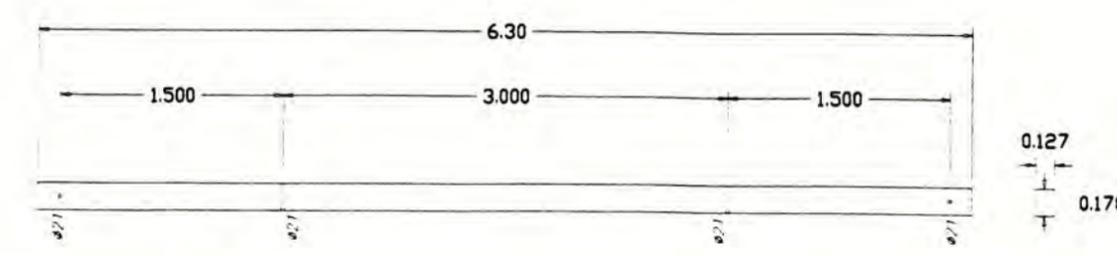
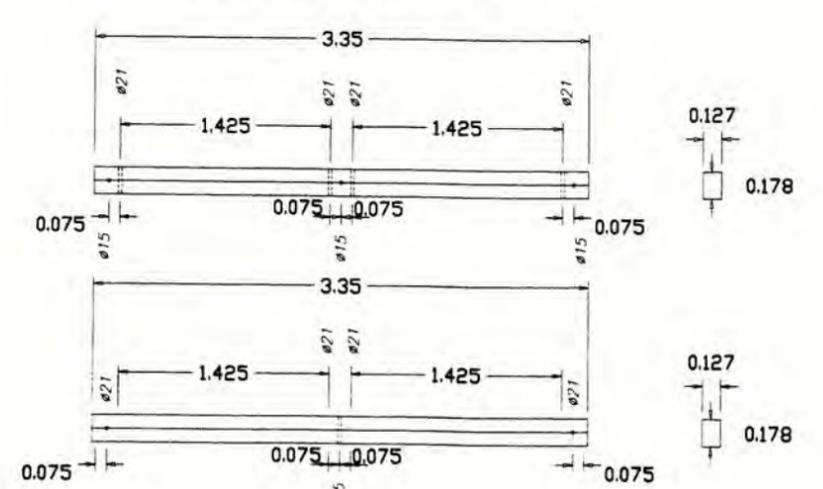


CRUCETAS PARA ESTRUCTURAS

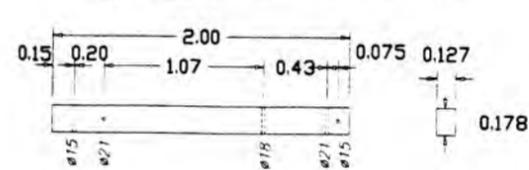
ESTRUCTURAS TIPO: AM



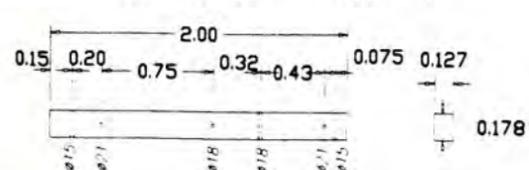
ESTRUCTURAS TIPO: A0, A2



ESTRUCTURAS TIPO: SV, ASV



ESTRUCTURAS TIPO: ARV



- Nota
- ○ Agujero perpendicular a plano de corte
 - ⊙ Agujero paralelo a plano de corte
 - ⊙ Agujero a 30° de plano de corte

SOLO PARA ARV

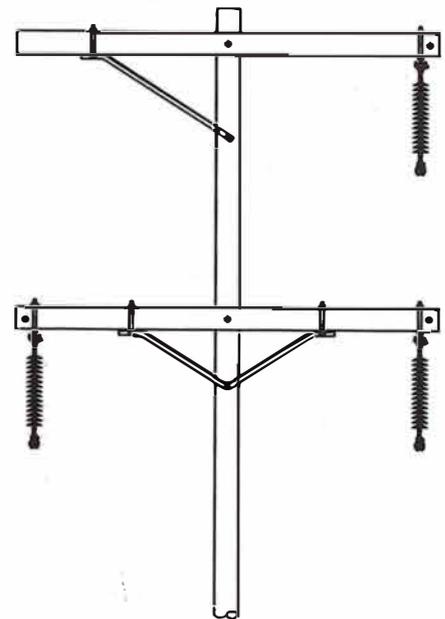
TITULO: DETALLE AGUJEROS POSTES Y CRUCETAS	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	DISEÑO: J.Z.R. REVISADO: G.A.R.	FECHA: DIC-2009
	MONTAJE ELECTROMECHANICO LINEA DE TRANSMISION EN 60kV RIOJA- NUEVA CAJAMARCA	ESCALA: S E PLANO No: 21	21

NOTA: En agujero en el poste y cruceta se efectuaran en obra con diámetro 21 estar en mm

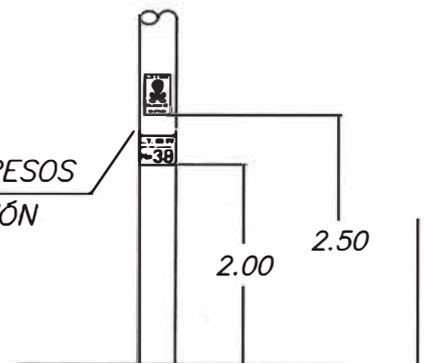
PLACA DE SEÑALIZACION Y NUMERACION



PLACA DE SEÑAL DE SEGURIDAD



LETREROS IMPRESOS DE SENALIZACION



ESTRUCTURA TIPICA DE MADERA

- Las planchas de las placas serán de acero ST-37 de 1mm. de espesor
- La numeración de estructuras se hará tomando en cuenta la planilla de estructuras



TITULO:
PLACAS
PELIGRO Y
SEÑALIZACION

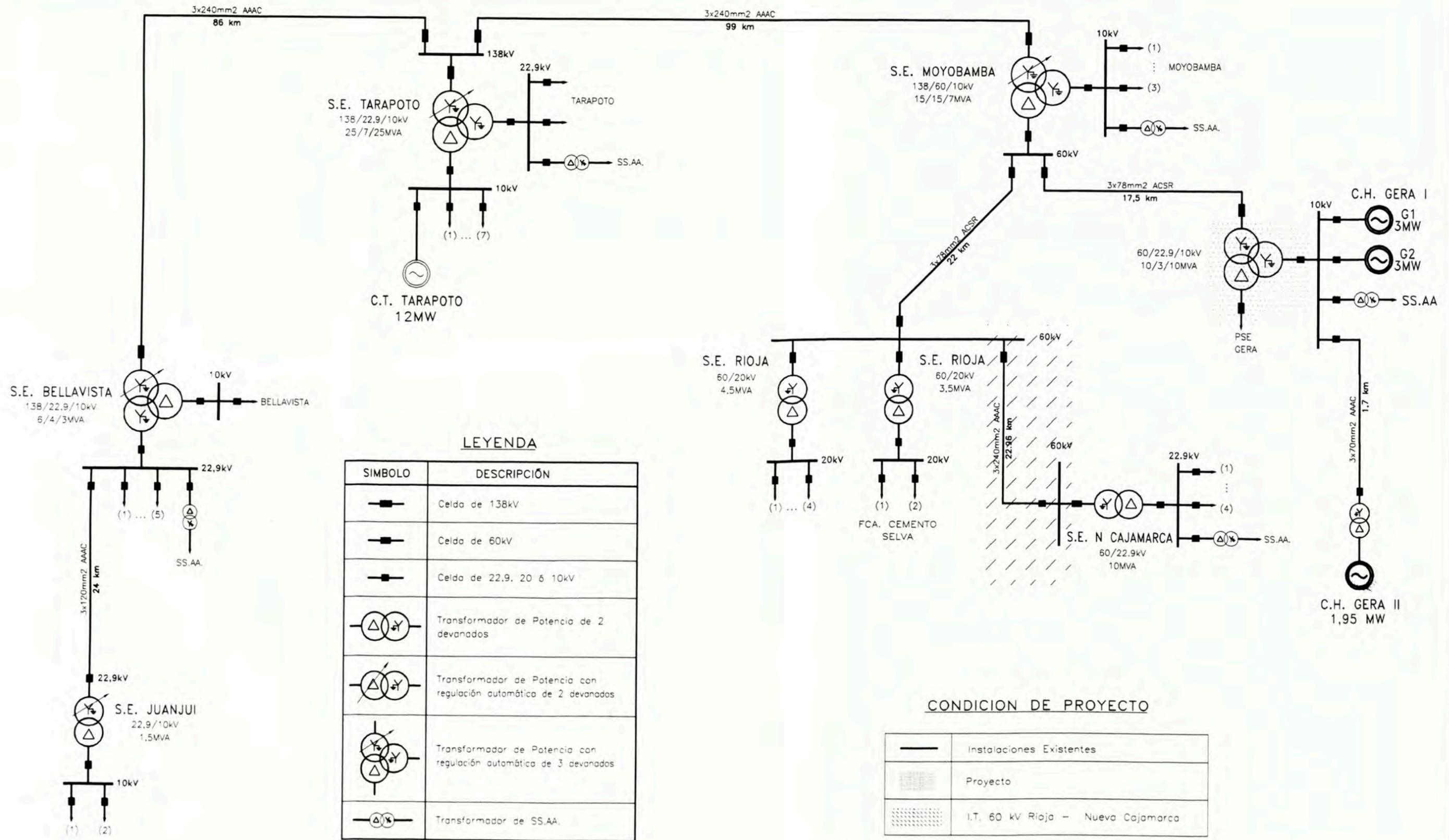
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MONTAJE ELECTROMECHANICO
LINEA DE TRANSMISION EN 60kV
RIOJA-NUEVA CAJAMARCA

DISEÑO: J.Z.R.
REVISADO: G.A.R.
ESCALA: S/E
PLANO No: 22

FECHA:
DIC-2009

22



S.E. TARAPOTO
138/22.9/10kV
25/7/25MVA

S.E. MOYOBAMBA
138/60/10kV
15/15/7MVA

S.E. BELLAVISTA
138/22.9/10kV
6/4/3MVA

S.E. RIOJA
60/20kV
4.5MVA

S.E. RIOJA
60/20kV
3.5MVA

60/22.9/10kV
10/3/10MVA

S.E. N. CAJAMARCA
60/22.9kV
10MVA

S.E. JUANJUI
22.9/10kV
1.5MVA

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Celda de 138kV
	Celda de 60kV
	Celda de 22.9, 20 & 10kV
	Transformador de Potencia de 2 devanados
	Transformador de Potencia con regulación automática de 2 devanados
	Transformador de Potencia con regulación automática de 3 devanados
	Transformador de SS.AA.

CONDICION DE PROYECTO

	Instalaciones Existentes
	Proyecto
	I.T. 60 kV Rioja - Nueva Cajamarca



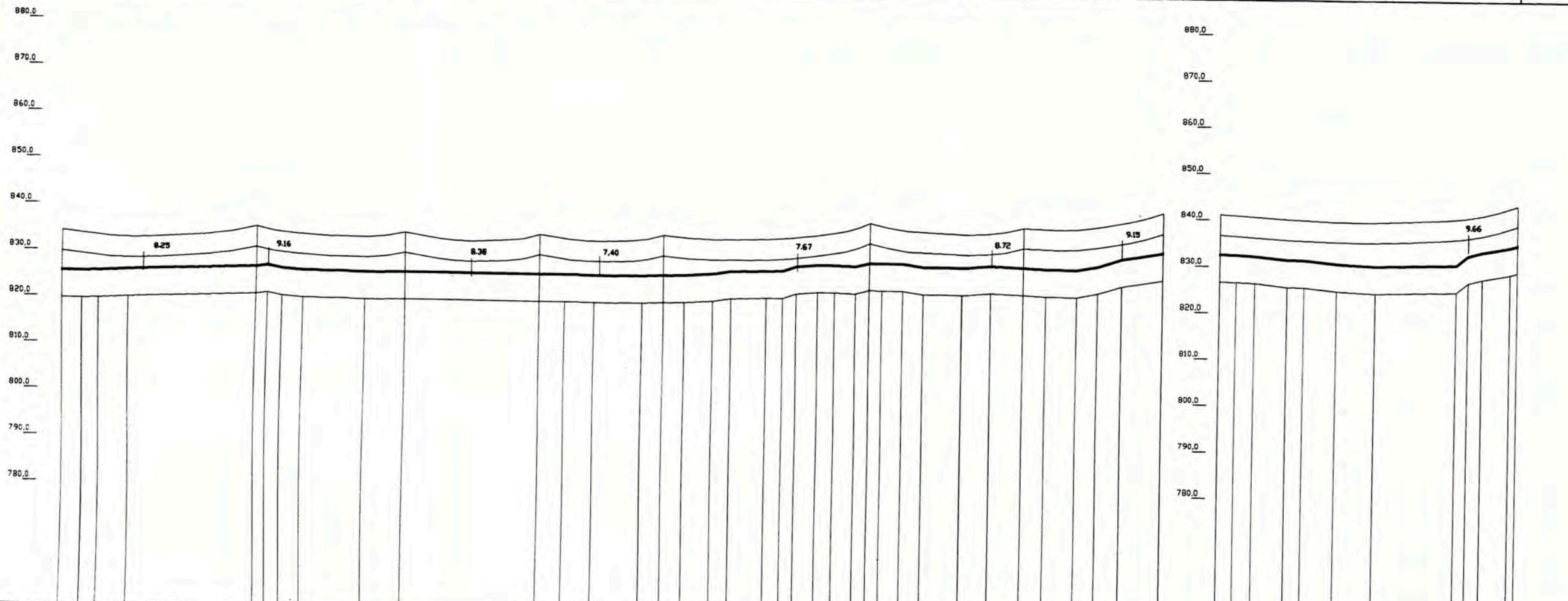
TITULO:
DIAGRAMA UNIFILAR REGIONAL SAN MARTIN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
MONTAJE ELECTROMECHANICO LINEA DE TRANSMISION EN 60kV RIOJA- NUEVA CAJAMARCA

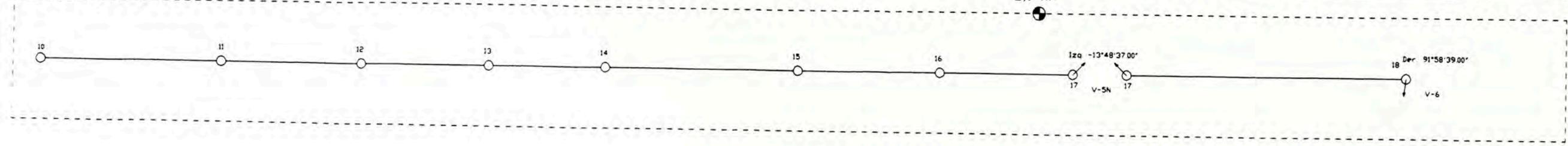
DISEÑO: J.Z.R.
REVISADO: G.A.R.
ESCALA: S/E
PLANO No: 23

FECHA:
DIC-2009
23

NUMERO	10	11	12	13	14	15	16	17	17	18
TIPO	S-16	S-16	S-16	S-16	S-16	S-16	S-16	A2-16	A2-16	T-18
VANO REAL	168.0	130.0	118.0	107.9	174.5	134.45	121.4	259.3	259.3	170.4
PROGRESIVA	1077.9	1245.9	1375.9	1493.9	1601.9	1776.39	1910.8	2032.24	2032.24	2291.5
VANO VIENTO	187.9	153.4	181.2	199.9	185.1	225.3	219.2	219.2	219.2	190.3
VANO PESO	153.4	153.4	199.9	169.2	169.2	216.0	242.3	242.3	242.3	190.3
PARAMETRO CATENARIA	2063.4	2063.4	2063.4	2063.4	2063.4	2063.4	2063.4	2063.4	2063.4	2063.4



ESTACION	canta-rio										agua-rrazol		carretera		agua-rrazol		agua-rrazol		Agua		seco		Seco		Seco		Seco																							
DISTANCIA	168.0										130.0		118.0		107.9		174.5		134.45		121.4		259.3																											
DISTANCIA ACUMULADA	1077.90	1095.15	1110.00	1135.90	1245.90	1255.90	1268.40	1286.30	1340.56	1375.90	1493.90	1515.81	1541.40	1583.40	1601.89	1615.89	1640.89	1656.80	1687.71	1701.89	1713.61	1731.89	1746.55	1764.71	1776.39	1787.44	1805.33	1823.11	1837.44	1882.65	1910.84	1930.48	1957.32	1975.45	1996.77	2032.24	2032.24	2046.48	2062.55	2090.47	2105.12	2133.39	2167.39	2238.25	2248.35	2260.87	2285.23	2291.54		
TIPO DE TERRENO																																																		
COTA DE TERRENO	819.67	819.64	819.75	820.09	821.00	821.31	820.71	820.32	820.15	820.28	820.25	820.24	820.16	820.28	820.46	820.51	820.89	821.54	821.74	821.81	822.74	823.09	823.13	822.98	823.70	823.63	823.67	822.93	822.96	823.39	820.47	823.01	822.77	822.67	823.52	825.14	826.61	826.61	826.51	826.51	826.28	825.58	825.40	824.76	824.28	824.67	826.65	827.46	828.59	829.00
COTA DE ESTRUCTURAS																																																		



	TITULO:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	DISEÑO:	J.M.Z.R	FECHA:
	PERFIL LONGITUDINAL	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	REVISADO:	G.A.R.	DIC-2009
	MONTAJE ELECTROMECANICO LINEA DE TRANSMISION EN 80kV RIOJA-NIUYA CAJAMARCA		ESCALA H:	1/2000	25
		ESCALA V:	1/500		

ANEXOS

Anexo N° 3.1

Distancias de Seguridad

A. Distancia Horizontal entre conductores limitado por el vano máximo

$$S = 0,00762 \cdot kV \cdot fh + fe \cdot \sqrt{f \cdot 0,3048} + Li \cdot \sin \phi$$

- S** : Separación horizontal requerida (m).
kV : Tensión nominal entre fase - fase (60 KV)
fh : Factor de altura (fh = 1,00 para 1000 msnm).
fe : Factor de experiencia (fe = 1.15).
f : Flecha del conductor en la condición de templado (m).
Li : Longitud de la cadena de aisladores (1,2 m).
φ : Máximo ángulo de oscilación de diseño φ=60°; anclaje φ=0°

Tipo de Estructura	S (m)	Altitud (msnm)	fh	Flecha (m)	Vano máximo Lateral (m)
S	3.09	1 000	1.00	6	306
A0	3.10	1 000	1.00	17	507
A2	3.10	1 000	1.00	17	507
AM	3.10	1 000	1.00	17	507

B. Distancia Vertical entre conductores limitado por el vano máximo

$$S = 0,00762 \cdot kV \cdot fh + fe \cdot \sqrt{f \cdot 0,3048}$$

- S** : Separación vertical requerida (m).
kV : Tensión nominal entre fase - fase (60 KV)
fh : Factor de altura (fh = 1,00 para 1000 msnm).
fe : Factor de experiencia (fe = 1.15).
f : Flecha del conductor en la condición de templado (m).

Tipo de Estructura	S (m)	Altitud (msnm)	fh	Flecha (m)	Vano máximo Lateral (m)
S	2.30	1 000	1.00	8	354
SV	1.80	1 000	1.00	4	258
A1	1.80	1 000	1.00	4	258
ASV	1.80	1 000	1.00	4	258
ARV	1.80	1 000	1.00	4	258
AM	2.30	1 000	1.00	8	354
A0	2.30	1 000	1.00	8	354
A2	2.30	1 000	1.00	8	354
T	1.80	1 000	1.00	4	258
2T	1.80	1 000	1.00	4	258

ANEXO N° 3.2

Angulo de Oscilación de la Cadena de Aisladores

$$Tg(\phi) = \frac{2T \cdot \text{Sin}(\alpha/2) + HS \cdot Pv \cdot \phi_c \cdot \text{Cos}(\alpha/2) + l \cdot e \cdot Pv/2}{Vs \cdot Wc + 0,5Wa}$$

Donde:

- ϕ : Angulo de Oscilación
- T : Tensión del Conductor
- α : Angulo de desviación de la liena
- HS : Vano Viento
- Pv : Presión del Viento
- ϕ_c : Diámetro del conductor
- Vs : Vano Peso
- Wc : Peso unitario del conductor
- Wa : Peso de la cadena de aisladores.

Hipotesis I		Hipotesis II		Hipotesis III		Unidafes
Viento	0	Viento	37.5	Viento	75	Km/hr
Pv	0	Pv	7	Pv	27	Kg/m ²
ϕ_c	20.3	ϕ_c	20.3	ϕ_c	20.3	mm
Wc	0.67	Wc	0.67	Wc	0.67	Kg/m
Wa	7	Wa	7	Wa	7	kg
T	1244	T	1244	T	1244	Kg
l	1.2	l	1.2	l	1.2	m
e	0.10	e	0.10	e	0.10	m

Nest	Tipo	Prog.	Cota	Vano	Hs	Vs	Hs/Vs	Tan ϕ	ϕ	Tan ϕ	ϕ	Tan ϕ	ϕ	Contrapeso
1	T-18	0.00	845.00	72.46	36.23	54.32	0.67	0.000	0	0.135	8	0.541	28	
3	SV-16	171.46	842.97	127	113.05	60.25	1.88	0.000	0	0.364	20	1.455	56	
4	SV-16	298.46	841.95	95.6	111.32	94.34	1.18	0.000	0	0.236	13	0.943	43	
8	AM-16	789.80	840.53	195	197.6	221.78	0.89	0.000	0	0.181	10	0.726	36	
9	S-16	984.80	841.20	105.42	150.27	154.35	0.97	0.000	0	0.197	11	0.789	38	
10	S-16	1090.22	840.13	204	154.89	46.32	3.34	0.000	0	0.629	32	2.516	68	SI
11	A0-16	1294.22	848.26	180	192.25	342.96	0.56	0.000	0	0.115	7	0.461	25	
12	S-16	1474.22	844.04	105.97	143.09	40.23	3.56	0.000	0	0.660	33	2.639	69	SI
13	S-16	1580.19	846.43	100	103.02	171.61	0.60	0.000	0	0.123	7	0.492	26	
14	S-16	1680.19	844.98	161.61	130.88	44.9	2.91	0.000	0	0.548	29	2.193	65	SI
15	SV-18	1841.80	849.40	57.41	109.63	57.71	1.90	0.000	0	0.367	20	1.470	56	
16	SV-18	1899.21	852.83	82.99	70.28	110.32	0.64	0.000	0	0.130	7	0.521	28	
18	A0-16	2282.20	855.31	200	250.23	290.4	0.86	0.000	0	0.176	10	0.704	35	
19	S-16	2482.20	852.87	122.73	161.45	105.06	1.54	0.000	0	0.306	17	1.225	51	
20	S-16	2604.92	854.05	145	133.91	187.62	0.71	0.000	0	0.146	8	0.583	30	
21	S-16	2749.92	851.26	183	164.13	58.34	2.81	0.000	0	0.540	28	2.159	65	SI
22	S-16	2932.92	858.15	113	148.17	131.98	1.12	0.000	0	0.226	13	0.905	42	
23	S-16	3045.92	863.39	157.78	135.48	207.41	0.65	0.000	0	0.134	8	0.535	28	
25	S-16	3393.70	864.19	160	175.09	215.94	0.81	0.000	0	0.165	9	0.661	33	
26	S-16	3553.70	860.33	170	165.09	86.26	1.91	0.000	0	0.377	21	1.509	56	
27	S-16	3723.70	863.44	132.63	151.37	202.4	0.75	0.000	0	0.153	9	0.611	31	
28	S-16	3856.33	862.22	157.37	145.05	155	0.94	0.000	0	0.190	11	0.759	37	

ANEXO N° 3.3

EFECTO DEL CORTOCIRCUITO

Estabilidad Térmica del conductor

I =	corriente admisible en amperios
S =	240 mm ² sección mm ²
c =	887 Joule/kg C calor específico del metal en Juule/Kg C
γ =	0.0027 Kg/mm ² m peso específico del metal en Kg/mm ² m.
ρ =	0.0282 resistividad del metal a la temperatura inicial t1
α =	0.004 1/C coeficiente de incremento de la resistencia con la temperatura 1/ C
t1 =	40 °C Temperatura en el instante t1 de inicio del cc en C
t2 =	130 °C Temperatura en el instante t2 de finalizado del cc en C
t =	90 S Tiempo de duración del cc o sea t2-t1 en segundos
kp =	1 coeficiente pelicular o Rca/Rcd

$$I = \frac{S}{\sqrt{t}} \sqrt{\left[\frac{c \cdot \gamma}{\rho \cdot \alpha \cdot kp} \ln(1 + \alpha(t2 - t1)) \right]}$$

I (KA)	t (seg)
61.32	0.1
43.36	0.2
35.40	0.3
30.66	0.4
27.42	0.5
25.03	0.6
23.18	0.7
21.68	0.8
20.44	0.9
19.39	1.0

**ANEXO 3.4
CAPACIDAD TERMICA DEL CONDUCTOR**

DATOS GENERALES		UNIDADES	DIA	NOCHE
(1)	TIPO DE CONDUCTOR		AAAC	AAAC
(2)	DIAMETRO DEL CONDUCTOR	mm	20.3	20.3
(3)	EMISITIVIDAD DEL CONDUCTOR		0.7	0.7
	0.23 CONDUCTOR NUEVO			
	0.91 CONDUCTOR NEGRO			
(4)	TEMP. INICIAL CONDUCTOR	°C	37.60	15
(5)	RESIST CONDUCTOR (20°C)	ohm/km	0.1383	0.1383
(6)	COEF. ABSORCION SOLAR		0.7	0.7
	0.23 CONDUCTOR NUEVO			
	0.95 CONDUCTOR NEGRO			
(7)	ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	m	1000	1000
(8)	VELOCIDAD TRANS. DEL VIENTO	km/hr	3.5	3.5
(9)	TEMPERATURA AMBIENTE	°C	25	15
(10)	AZIMUTH DE LA LINEA	Grados	140	140
(11)	LATITUD DE LA LINEA	Grados	16	16
(12)	HEMISFERIO (Norte=1, Sur=0)		0	0
(13)	FECHA	Mes-Dia	15-Jul	15-Jul
(14)	HORA DEL DIA (horas)		12	19
(15)	ALBEDO		0.2	0.2
	0.1 Para tierra			
	0.2 Para arena y hierba			
	0.8 Para hielo			
(16)	TIPO DE ATMOSFERA		4	
	1=Excepcionalmente claro y seco			
	2=Excepcionalmente claro			
	3=Muy claro			
	4=Claro			
	5=Industrial			
(17)	TENSION NOMINAL DEL SISTEMA	kV	60	60
	RESULTADOS PARCIALES	UNIDADES	DIA	NOCHE
(A)	DECLINACION SOLAR	Grados	23.4	
(B)	ALTITUD SOLAR (H)	Grados	76.5	
(C)	AZIMUTH DEL SOL	Grados	54.9	
(D)	ANGULO DE INCIDENCIA DEL SOL	Grados	88.9	
(E)	INTENSIDAD DE LA RADIACION			
	Por altitud (ID)	W/M	900	
	Por tipo de dia (Id)	W/M	100	
(F)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR (R)	ohm/km	0.147	0.136
(G)	NUMERO DE REINOLDS (Re)		1093	1203
(H)	PERDIDAS CONVECTIVAS (Qc)	W/M	16.779	
(I)	CALOR RADIADO CONDUCTOR. (Qr)	W/M	3.599	
(J)	CALOR IRRADIADO P/SOL (Qs)		20.312	
(K)	CORRIENTE CIRCULANTE (I)	AMP	21.2	0.0
(L)	POTENCIA CIRCULANTE (S)	MVA	2.20	0.00

ANEXO 3.4
CAPACIDAD TERMICA DEL CONDUCTOR
TEMPERATURA DEL CONDUCTOR DURANTE EL DIA
VERSUS CORRIENTE CIRCULANTE

TEMP °C	R OHM/KM	Re Reinolds	Qc W/M	Qr W/M	Qs W/M	I A	POTENCIA MVA
37.60	0.147	1093	16.78	3.60	20.31	21	2.20
37.70	0.147	1093	16.91	3.63	20.31	39	4.10
37.80	0.147	1092	17.04	3.66	20.31	52	5.36
37.90	0.147	1092	17.18	3.69	20.31	61	6.38
38.00	0.147	1092	17.31	3.72	20.31	70	7.26
38.10	0.147	1091	17.44	3.75	20.31	77	8.04
38.20	0.147	1091	17.57	3.78	20.31	84	8.75
38.30	0.147	1091	17.71	3.81	20.31	91	9.41
38.40	0.147	1090	17.84	3.84	20.31	96	10.02
38.50	0.148	1090	17.97	3.87	20.31	102	10.60
38.60	0.148	1090	18.11	3.90	20.31	107	11.14
38.70	0.148	1089	18.24	3.93	20.31	112	11.67
38.80	0.148	1089	18.37	3.97	20.31	117	12.16
38.90	0.148	1089	18.50	4.00	20.31	122	12.64
39.00	0.148	1089	18.64	4.03	20.31	126	13.11
39.10	0.148	1088	18.77	4.06	20.31	130	13.55
39.20	0.148	1088	18.90	4.09	20.31	135	13.98
39.30	0.148	1088	19.03	4.12	20.31	139	14.40
39.40	0.148	1087	19.17	4.15	20.31	142	14.81
39.50	0.148	1087	19.30	4.18	20.31	146	15.20
39.60	0.148	1087	19.43	4.21	20.31	150	15.58
39.70	0.148	1086	19.56	4.24	20.31	154	15.96
39.80	0.148	1086	19.69	4.27	20.31	157	16.33
39.90	0.148	1086	19.83	4.30	20.31	161	16.68
40.00	0.148	1085	19.96	4.34	20.31	164	17.03
40.10	0.148	1085	20.09	4.37	20.31	167	17.38
40.20	0.148	1085	20.22	4.40	20.31	170	17.71
40.30	0.148	1084	20.36	4.43	20.31	174	18.04
40.40	0.148	1084	20.49	4.46	20.31	177	18.37
40.50	0.149	1084	20.62	4.49	20.31	180	18.69
40.60	0.149	1084	20.75	4.52	20.31	183	19.00
40.70	0.149	1083	20.89	4.55	20.31	186	19.31
40.80	0.149	1083	21.02	4.59	20.31	189	19.61
40.90	0.149	1083	21.15	4.62	20.31	192	19.91
41.00	0.149	1082	21.28	4.65	20.31	194	20.20
41.10	0.149	1082	21.42	4.68	20.31	197	20.49
41.20	0.149	1082	21.55	4.71	20.31	200	20.77
41.30	0.149	1081	21.68	4.74	20.31	203	21.05
41.40	0.149	1081	21.81	4.77	20.31	205	21.33
41.50	0.149	1081	21.95	4.81	20.31	208	21.60
41.60	0.149	1080	22.08	4.84	20.31	210	21.87
41.70	0.149	1080	22.21	4.87	20.31	213	22.14
41.80	0.149	1080	22.34	4.90	20.31	216	22.40
41.90	0.149	1080	22.47	4.93	20.31	218	22.66
42.00	0.149	1079	22.61	4.96	20.31	221	22.92
42.10	0.149	1079	22.74	4.99	20.31	223	23.17
43.10	0.150	1076	24.06	5.31	20.31	246	25.56
44.10	0.150	1073	25.38	5.63	20.31	267	27.73
45.10	0.151	1070	26.70	5.96	20.31	286	29.74
46.10	0.151	1067	28.02	6.29	20.31	304	31.61

ANEXO N° 3.5

CALCULO CREEP

Temperatura = 25 °C
 Tiro de Rotura = 67.74 KN
 Tiro de Rotura = 6912.24 kg
 Esfuerzo de Pretensionado = 70 % (EDS)
 Tiempo de Pretensado = 72 horas
 Sección Real = 242.54 mm²

	E D S =		16%				
	VANO	T (°C)	CREEP Naño	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Ttotal(°C)
A Ñ O 1	100	38.4	431.84	11.12	310.04	13.48	51.88
	150	38.4	433.81	11.16	312.01	13.57	51.97
	200	38.4	435.92	11.20	314.12	13.66	52.06
	250	38.4	438.15	11.25	316.35	13.75	52.15
	300	38.4	440.51	11.30	318.71	13.86	52.26
	350	38.4	443.00	11.34	321.20	13.97	52.37
	400	38.4	445.62	11.40	323.82	14.08	52.48

A Ñ O 2	100	38.4	482.48	11.12	360.68	15.68	54.08
	150	38.4	484.69	11.16	362.89	15.78	54.18
	200	38.4	487.04	11.20	365.24	15.88	54.28
	250	38.4	489.54	11.25	367.74	15.99	54.39
	300	38.4	492.17	11.30	370.37	16.10	54.50
	350	38.4	494.96	11.34	373.15	16.22	54.62
	400	38.4	497.89	11.40	376.09	16.35	54.75

A Ñ O 3	100	38.4	514.82	11.12	393.02	17.09	55.49
	150	38.4	517.18	11.16	395.38	17.19	55.59
	200	38.4	519.69	11.20	397.89	17.30	55.70
	250	38.4	522.35	11.25	400.55	17.42	55.82
	300	38.4	525.16	11.30	403.36	17.54	55.94
	350	38.4	528.13	11.34	406.33	17.67	56.07
	400	38.4	531.26	11.40	409.46	17.80	56.20

A Ñ O 4	100	38.4	539.07	11.12	417.27	18.14	56.54
	150	38.4	541.54	11.16	419.74	18.25	56.65
	200	38.4	544.17	11.20	422.37	18.36	56.76
	250	38.4	546.95	11.25	425.15	18.48	56.88
	300	38.4	549.90	11.30	428.10	18.61	57.01
	350	38.4	553.01	11.34	431.21	18.75	57.15
	400	38.4	556.28	11.40	434.48	18.89	57.29

A Ñ O 5	100	38.4	558.67	11.12	436.87	18.99	57.39
	150	38.4	561.22	11.16	439.42	19.11	57.51
	200	38.4	563.95	11.20	442.15	19.22	57.62
	250	38.4	566.83	11.25	445.03	19.35	57.75
	300	38.4	569.89	11.30	448.08	19.48	57.88
	350	38.4	573.11	11.34	451.31	19.62	58.02
	400	38.4	576.50	11.40	454.70	19.77	58.17

	VANO	T (°C)	CREEP Naños	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Ttotal(°C)
A Ñ O 6	100	38.4	575.21	11.12	453.40	19.71	58.11
	150	38.4	577.84	11.16	456.03	19.83	58.23
	200	38.4	580.64	11.20	458.84	19.95	58.35
	250	38.4	583.61	11.25	461.81	20.08	58.48
	300	38.4	586.75	11.30	464.95	20.22	58.62
	350	38.4	590.07	11.34	468.27	20.36	58.76
	400	38.4	593.57	11.40	471.77	20.51	58.91

A Ñ O 7	100	38.4	589.57	11.12	467.77	20.34	58.74
	150	38.4	592.26	11.16	470.46	20.45	58.85
	200	38.4	595.14	11.20	473.34	20.58	58.98
	250	38.4	598.19	11.25	476.39	20.71	59.11
	300	38.4	601.41	11.30	479.61	20.85	59.25
	350	38.4	604.81	11.34	483.01	21.00	59.40
	400	38.4	608.39	11.40	486.59	21.16	59.56

A Ñ O 8	100	38.4	602.30	11.12	480.50	20.89	59.29
	150	38.4	605.05	11.16	483.25	21.01	59.41
	200	38.4	607.99	11.20	486.19	21.14	59.54
	250	38.4	611.10	11.25	489.30	21.27	59.67
	300	38.4	614.39	11.30	492.59	21.42	59.82
	350	38.4	617.87	11.34	496.07	21.57	59.97
	400	38.4	621.53	11.40	499.73	21.73	60.13

A Ñ O 9	100	38.4	613.76	11.12	491.96	21.39	59.79
	150	38.4	616.57	11.16	494.76	21.51	59.91
	200	38.4	619.56	11.20	497.76	21.64	60.04
	250	38.4	622.73	11.25	500.93	21.78	60.18
	300	38.4	626.08	11.30	504.28	21.93	60.33
	350	38.4	629.62	11.34	507.82	22.08	60.48
	400	38.4	633.35	11.40	511.55	22.24	60.64

A Ñ O 10	100	38.4	624.19	11.12	502.39	21.84	60.24
	150	38.4	627.05	11.16	505.25	21.97	60.37
	200	38.4	630.09	11.20	508.29	22.10	60.50
	250	38.4	633.32	11.25	511.52	22.24	60.64
	300	38.4	636.73	11.30	514.92	22.39	60.79
	350	38.4	640.33	11.34	518.53	22.54	60.94
	400	38.4	644.12	11.40	522.32	22.71	61.11

T max Flecha 60°C

ANEXO N° 3.6
CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

Conductor: AAAC 240
Sección: 240.00mm²
Peso Unitario 0.67 Kg/m
Tiro de Rotura 6912.24 Kg EDS (% T rotura) 18.00%

Hipotesis I Templado Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis II Máximo Esfuerzo c/v Vel Viento: 75.00 (km/h)
Hipotesis III Máximo Esfuerzo s/v Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis IV Flecha Máxima Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis V Oscilación Cadena Vel Viento: 75.00 (km/h)

DONDE:
H: Tiro To (kg)
T: Tiro Max. (kg)
F: Felcha (m)
V: Vano (m)
D: Desnivel (m)

V	D	Hip 1=25°			Hip 2=10°			Hip 3=5°			Hip 4=60°			Hip 5=25°		
		H	T	F	H	T	F	H	T	F	H	T	F	H	T	F
20	4	1244.2	1270.2	0.03	1745.59	1781.92	0.03	1910.17	1949.4	0.02	242.83	249.08	0.14	1248.69	1275.18	0.04
25	5	1244.2	1270.55	0.04	1745.03	1781.79	0.04	1907.99	1947.5	0.03	276.1	283.37	0.19	1251.14	1278.14	0.06
30	6	1244.2	1270.89	0.06	1744.35	1781.54	0.06	1905.33	1945.1	0.04	306.93	315.18	0.25	1254.08	1281.58	0.08
35	7	1244.2	1271.24	0.08	1743.55	1781.18	0.08	1902.21	1942.3	0.06	335.78	344.98	0.31	1257.46	1285.49	0.11
40	8	1244.2	1271.6	0.11	1742.64	1780.71	0.1	1898.62	1939	0.07	362.96	373.08	0.38	1261.25	1289.82	0.14
45	9	1244.2	1271.95	0.14	1741.63	1780.13	0.13	1894.58	1935.2	0.09	388.71	399.71	0.44	1265.41	1294.53	0.18
50	10	1244.2	1272.31	0.17	1740.5	1779.44	0.16	1890.1	1931	0.11	413.19	425.06	0.52	1269.91	1299.58	0.22
55	11	1244.2	1272.67	0.21	1739.29	1778.66	0.19	1885.18	1926.3	0.14	436.53	449.25	0.59	1274.69	1304.92	0.26
60	12	1244.2	1273.03	0.25	1737.97	1777.79	0.23	1879.84	1921.2	0.16	458.86	472.41	0.67	1279.72	1310.53	0.31
65	13	1244.2	1273.39	0.29	1736.58	1776.83	0.27	1874.09	1915.7	0.19	480.25	494.61	0.75	1284.96	1316.36	0.36
70	14	1244.2	1273.76	0.34	1735.1	1775.79	0.31	1867.95	1909.8	0.22	500.79	515.95	0.84	1290.38	1322.37	0.42
75	15	1244.2	1274.12	0.39	1733.54	1774.68	0.36	1861.42	1903.5	0.26	520.53	536.47	0.92	1295.95	1328.53	0.48
80	16	1244.2	1274.49	0.44	1731.92	1773.5	0.41	1854.53	1896.8	0.29	539.53	556.24	1.01	1301.62	1334.8	0.54
85	17	1244.2	1274.87	0.5	1730.23	1772.26	0.46	1847.29	1889.8	0.33	557.83	575.31	1.11	1307.38	1341.16	0.61
90	18	1244.2	1275.24	0.56	1728.49	1770.96	0.52	1839.71	1882.4	0.38	575.49	593.71	1.2	1313.19	1347.59	0.68
95	19	1244.2	1275.62	0.62	1726.69	1769.62	0.58	1831.83	1874.8	0.42	592.53	611.49	1.3	1319.04	1354.05	0.76
100	20	1244.2	1276	0.69	1724.85	1768.23	0.64	1823.64	1866.8	0.47	608.99	628.68	1.4	1324.9	1360.52	0.83

ANEXO N° 3.6-A
CALCULO MECANICO DE CABLE DE GUARDA

Conductor: AoGo-50
Sección: 50.00mm²
Peso Unitario 0.41 Kg/m
Tiro de Rotura 6985.00 Kg EDS (% Truption) 18.00%

Hipotesis I Templado Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis II Máximo Esfuerzo c/v Vel Viento: 75.00 (km/h)
Hipotesis III Máximo Esfuerzo s/v Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis IV Flecha Máxima Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis V Oscilación Cadena Vel Viento: 75.00 (km/h)

DONDE:

H: Tiro To (kg)
T: Tiro Max. (kg)
F: Felcha (m)
V: Vano (m)
D: Desnivel (m)

V	D	Hip 1=25°			Hip 2=10°			Hip 3=5°			Hip 4=60°			Hip 5=25°		
		H	T	F	H	T	F	H	T	F	H	T	F	H	T	F
20	4	977.9	998.09	0.02	1158.95	1182.87	0.02	1218.36	1243.31	0.02	561.21	573.15	0.04	978.97	999.32	0.02
25	5	977.9	998.3	0.03	1158.92	1183.07	0.03	1217.78	1242.93	0.03	564.39	576.61	0.06	979.57	1000.18	0.04
30	6	977.9	998.51	0.05	1158.87	1183.27	0.05	1217.08	1242.41	0.04	568.15	580.65	0.08	980.29	1001.16	0.06
35	7	977.9	998.72	0.06	1158.81	1183.46	0.06	1216.24	1241.78	0.05	572.4	585.21	0.11	981.13	1002.26	0.08
40	8	977.9	998.93	0.08	1158.75	1183.64	0.08	1215.29	1241.01	0.07	577.09	590.21	0.14	982.09	1003.49	0.1
45	9	977.9	999.14	0.11	1158.68	1183.82	0.11	1214.22	1240.13	0.09	582.16	595.59	0.18	983.15	1004.83	0.13
50	10	977.9	999.35	0.13	1158.6	1183.99	0.13	1213.02	1239.12	0.11	587.53	601.29	0.22	984.33	1006.28	0.15
55	11	977.9	999.57	0.16	1158.51	1184.15	0.16	1211.71	1238	0.13	593.15	607.24	0.26	985.6	1007.83	0.19
60	12	977.9	999.78	0.19	1158.42	1184.31	0.19	1210.29	1236.77	0.15	598.97	613.4	0.31	986.97	1009.48	0.22
65	13	977.9	1000	0.22	1158.32	1184.46	0.22	1208.76	1235.42	0.18	604.94	619.71	0.36	988.42	1011.21	0.26
70	14	977.9	1000.22	0.26	1158.21	1184.6	0.26	1207.13	1233.97	0.21	611.03	626.14	0.42	989.95	1013.03	0.3
75	15	977.9	1000.44	0.3	1158.1	1184.74	0.3	1205.39	1232.41	0.24	617.19	632.65	0.47	991.56	1014.93	0.34
80	16	977.9	1000.66	0.34	1157.98	1184.88	0.34	1203.55	1230.75	0.28	623.4	639.21	0.53	993.23	1016.9	0.39
85	17	977.9	1000.88	0.38	1157.85	1185.01	0.38	1201.62	1229	0.31	629.63	645.8	0.6	994.96	1018.93	0.44
90	18	977.9	1001.1	0.43	1157.72	1185.14	0.42	1199.6	1227.16	0.35	635.86	652.38	0.66	996.75	1021.01	0.49
95	19	977.9	1001.33	0.48	1157.59	1185.27	0.47	1197.49	1225.23	0.39	642.06	658.94	0.73	998.58	1023.14	0.55
100	20	977.9	1001.55	0.53	1157.45	1185.39	0.52	1195.3	1223.22	0.43	648.24	665.47	0.8	1000.46	1025.32	0.61

ANEXO N° 3.6.B
TABLA DE TENSADO DE CONDUCTOR

Conductor: AAAC 240
Sección: 240.00mm²
Peso Unitario 0.67 Kg/m
Tiro de Rotura 6912.24 Kg

N° - Estr	vano R (m)	vano (m)	desnivel (m)	Temperatura °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
					1-T-18	0	72.5	-0.71	T.Delante (kg)	2024.55	1863.38	1704	1547.05	1393.5	1244.74
				Flecha (m)	0.22	0.24	0.26	0.28	0.32	0.35	0.4	0.45	0.52	0.59	0.68
				Tiro To (kg)	2024.07	1862.9	1703.51	1546.55	1392.99	1244.2	1102.09	969.14	848.19	741.82	651.45
2-ASV-18				T.Atras (kg)	2024.07	1862.91	1703.52	1546.58	1393.03	1244.26	1102.18	969.26	848.35	742.02	651.7
2-ASV-18	107.7	99	-3.61	T.Delante (kg)	1980.3	1824.87	1672.63	1524.59	1382.06	1246.68	1120.3	1004.81	901.68	811.66	734.54
				Flecha (m)	0.42	0.45	0.49	0.54	0.6	0.66	0.73	0.82	0.91	1.02	1.12
				Tiro To (kg)	1977.5	1822.15	1669.98	1522.01	1379.54	1244.2	1117.86	1002.38	899.26	809.23	732.09
3-SV-16				T.Atras (kg)	1977.88	1822.45	1670.21	1522.17	1379.64	1244.26	1117.89	1002.39	899.26	809.24	732.12
3-SV-16	107.7	112	-0.91	T.Delante (kg)	1952.22	1800.44	1652.59	1509.81	1373.46	1245.11	1126.39	1018.7	922.94	839.28	767.19
				Flecha (m)	0.53	0.58	0.63	0.69	0.76	0.84	0.93	1.03	1.13	1.24	1.36
				Tiro To (kg)	1951.49	1799.69	1651.81	1508.99	1372.6	1244.2	1125.43	1017.67	921.84	838.12	765.95
4-SV-16				T.Atras (kg)	1951.61	1799.83	1651.98	1509.2	1372.85	1244.5	1125.78	1018.09	922.33	838.67	766.58
4-SV-16	107.7	111	0	T.Delante (kg)	1953.12	1801.16	1653.11	1510.07	1373.43	1244.76	1125.69	1017.65	921.56	837.63	765.32
				Flecha (m)	0.53	0.57	0.62	0.68	0.75	0.83	0.92	1.01	1.12	1.23	1.35
				Tiro To (kg)	1952.77	1800.78	1652.69	1509.61	1372.93	1244.2	1125.07	1016.97	920.81	836.8	764.41
5-2T-16				T.Atras (kg)	1953.12	1801.17	1653.11	1510.07	1373.43	1244.76	1125.69	1017.65	921.56	837.63	765.32
5-2T-16	0	27.2	0	T.Delante (kg)	1503.05	1337.92	1173.83	1011.45	852.06	698.2	554.88	430.69	334.67	268.05	223.61
				Flecha (m)	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.14	0.19	0.23	0.28
				Tiro To (kg)	1503.02	1337.89	1173.8	1011.41	852.01	698.14	554.81	430.59	334.55	267.9	223.43
6-2T-16				T.Atras (kg)	1503.05	1337.92	1173.83	1011.45	852.06	698.2	554.88	430.69	334.67	268.05	223.61
6-2T-16	0	169	0.35	T.Delante (kg)	1817.11	1687.23	1564.31	1449.24	1342.77	1245.37	1157.21	1078.12	1007.65	945.11	889.73
				Flecha (m)	1.31	1.41	1.52	1.64	1.77	1.91	2.06	2.21	2.36	2.52	2.68
				Tiro To (kg)	1816.34	1686.4	1563.4	1448.26	1341.69	1244.2	1155.95	1076.76	1006.18	943.54	888.06
7-2T-16				T.Atras (kg)	1817.34	1687.46	1564.55	1449.48	1343	1245.61	1157.45	1078.36	1007.89	945.35	889.97
7-2T-16	0	200	1	T.Delante (kg)	1739.35	1624.71	1517.73	1418.83	1328.17	1245.69	1171.1	1103.94	1043.63	989.53	940.98
				Flecha (m)	1.93	2.06	2.21	2.36	2.53	2.69	2.87	3.04	3.22	3.39	3.57

ANEXO N° 3.7
AMORTIGUADORES: Espaciamientos de los Amortiguadores

$$A = 0.0013 D \sqrt{C}$$

$$B = 0.0022 D \sqrt{C}$$

donde :

D Diámetro del conductor

C Parámetro de la catenaria en la hipótesis de templado

A y B Distancia de separación de los amortiguadores al borde de la grapa de suspensión o anclaje.

Descripción	EDS (%)	Trotura (kg)	Tiro EDS (kg)	Sección (mm ²)	(kg/mm ²)	Ø (mm)	T (kg)	W (kg/m)	C (m)	A	B
240 mm ² AAAC	18	6912	1244	240	5.18	20.3	1244	0.67	1857	1.14	1.92
50 mm ² EHS	18	6985	1257	50	25.15	9.52	1257	0.306	4109	0.79	1.34

ANEXO N° 3.8

NORMA IEC 815

RECOMENDACIONES PARA DISTANCIA DE FUGA EN AISLADORES PARA AMBIENTES CONTAMINADOS

Nivel de Contaminación	Descripción del Ambiente	Distancia de fuga Nominal mínima
		mm/kV ϕ - ϕ
Ligero Nivel I	<ul style="list-style-type: none"> - Areas sin industrias y con baja densidad de casas equipadas con calefacción. - Areas con baja densidad de industrias o casas pero sujetas a frecuentes vientos o lluvia. - Areas agrícolas - Areas montañosas <p>Todas las áreas situadas de 10 km a 20 km del mar y no expuestas a vientos directos provenientes del mar.</p>	16
Medio Nivel II	<ul style="list-style-type: none"> - Areas con industrias que no producen humo contaminante y/o con densidad moderada de casas equipadas con calefacción. - Areas con alta densidad de casas pero sujetas a frecuentes vientos y/o lluvia. - Areas expuestas a vientos del mar pero no cercanas a la costa (al menos varios kilómetros de distancia). 	20
Alto Nivel III	<ul style="list-style-type: none"> - Areas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación. - Areas cercanas al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar. 	25
Muy Alto Nivel IV	<ul style="list-style-type: none"> - Areas generalmente de extensión moderada, sujetas a contaminantes conductivos, y humo industrial, que produzca depósitos espesos de contaminantes. - Areas de extensión moderada, muy cercanas a la costa y expuestas a rocío del mar, o a vientos muy fuertes con contaminación procedentes del mar. - Areas desérticas, caracterizadas por falta de lluvia durante largos períodos, expuesta a fuertes vientos que transporten arena y sal, y sujetas a condensación con regularidad. 	31

ANEXO N° 3.9
ESTRUCTURA DE SUSPENSION S/16

I. Conductor AAAC 240mm²:		
Diametro del conductor	$\phi c =$	20.3 mm
peso del conductor	$wc =$	6.5727 N/m
Tiro nominal	$Tc =$	67740 N
Tiro hipotesis normal	$Tcn =$	20322 N
Tiro hipotesis excepcional	$Tce =$	20322 N
II. Cable de guarda :		
Diámetro del cable	$\phi cg =$	9.52 mm
Peso del cable	$wcg =$	3.99267 N/m
Tiro nominal	$Tcg =$	68453 N
Tiro hipotesis normal	$Tcgn =$	20535.9 N
Tiro hipotesis excepcional	$Tcge =$	20535.9 N
III. Datos generales:		
Velocidad del viento	$Vv =$	20.8 m/s
Presión del viento	$Pv =$	265.208 N/m ²
Pesos aisladores	$Wa =$	490.5 N
Fuerza viento asil.	$Fva =$	98.1 N
IV. Características		
Vano peso	$Ap =$	250 m
vano viento	$Av =$	200 m
vano máximo	$Vmax =$	200 m
Angulo topográfico	$\beta =$	0 °
Factores de sobre carga (Tab. 253-1 - CNE de Suministro)		
Carga de verticles	fs	1.5
Cargas transversales		
Viento	fs	2.5
Tiro	fs	1.65
Cargas longitudinales	fs	1.1
V Poste 16m, clase 3		
Longitud	$L =$	16.76 m
Longitud libre	$Lv =$	14.484 m
Diámetro de la punta	$\phi p =$	0.184 m
Diámetro de la base	$\phi b =$	0.370 m
Diámetro de empotramiento	$\phi e =$	0.346 m
Area expuesta a la acción del viento	$Avp =$	3.838 m ²
VI Hipotesis normal		
Cargas transversales		
$fs \quad \beta = 0^\circ$		
Conductor AAAC		
Viento= $Pv \cdot Av \cdot \phi c \cdot \cos(\beta/2)/1000$	2.5	1076.75 N
Tiro= $2 \cdot Tcn \cdot \sin(\beta/2), 2 \cdot Tcn \cdot \sin(\beta/2)/3$	1.65	0 N
Carga total x fs		2691.86 N
Cable de guarda		
Viento= $Pv \cdot Av \cdot \phi cg \cdot \cos(\beta/2)/1000$	2.5	504.957 N
Tiro= $2 \cdot Tcgn \cdot \sin(\beta/2),$	1.65	0 N
Carga total x fs		1262.39 N
Aisladores		
Viento	2.5	98.1 N
Carga total x fs		245.25 N
Poste		
Viento= $Pv \cdot Avp$	2.5	1018 N
Carga total x fs		2544.85 N
Cargas verticales		
$fs \quad \beta = 0.184^\circ$		
Conductor AAAC		
Peso Cond.= $Wc \cdot Ap$	1.5	1643.18 N
Carga total x fs		2464.76 N
Cable de guarda		
Peso Cond.= $Wcg \cdot Ap$	1.5	998.168 N
Carga total x fs		1497.25 N
Aisladores		
Peso de aisladores y accesorios	1.5	490.5 N
Carga total x fs		735.75 N
Tecnico + herramientas		
	1.5	981 N
Carga total x fs		1471.5 N

VII. Hipotesis Excepcional

Cargas transversales		fs	
Conductor AAAC			
Tiro (sano) = $2 \cdot T_{ce} \cdot \sin(\beta/2)$,	1.65	0	N
Carga total x fs		0	N
Tiro (falla) = $T_{ce} \cdot \sin(\beta/2)$,	1.65	0	N
Carga total x fs		0	N
Cable de guarda			
Tiro (sano) = $2 \cdot T_{cge} \cdot \sin(\beta/2)$,	1.65	0	N
Carga total x fs		0	N
Tiro (falla) = $T_{cge} \cdot \sin(\beta/2)$,	1.65	0	N
Carga total x fs		0	N
Cargas verticales		fs	
Conductor AAAC			
Peso cond. = $W_c \cdot A_p$	1.5	1643.18	N
Carga total x fs		2464.76	N
Cable de guarda			
Peso C.G. = $W_{cg} \cdot A_p$	1.5	998.168	N
Carga total x fs		1497.25	N
Aisladores			
Peso aisladores y accesorios	1.5	490.5	N
Carga total x fs		735.75	N
Tecnico + herramientas	1.5	981	N
Carga total x fs		1471.5	N
Cargas longitudinales		fs	
Conductor AAAC			
Tiro = $0.5 \cdot T_{ce} \cdot \cos(\beta/2)$	1.1	10161	N
Carga total x fs		11177.1	N
Cable de guarda			
Tiro = $0.5 \cdot T_{cge} \cdot \cos(\beta/2)$	1.1	10268	N
Carga total x fs		11294.7	N

Lugar de aplicación		Hipotesis				
		I	II	III	IV	V
Cable de guarda (CG)	T	1262.39	0	0	0	0
	V	2968.75	2968.75	2968.75	2968.75	2968.75
	L		11294.7			
Conductor 1 (C1)	T	2937.11	0	0	0	0
	V	4672.01	4672.01	4672.01	4672.01	4672.01
	L			11177.1		
Conductor 2 (C2)	T	2937.11	0	0	0	0
	V	4672.01	4672.01	4672.01	4672.01	4672.01
	L				11177.1	
Conductor 3 (C3)	T	2937.11	0	0	0	0
	V	4672.01	4672.01	4672.01	4672.01	4672.01
	L					11177.1
Poste	Fvp	2545				

VIII. Disposición de fuerzas:

Distancias verticales:

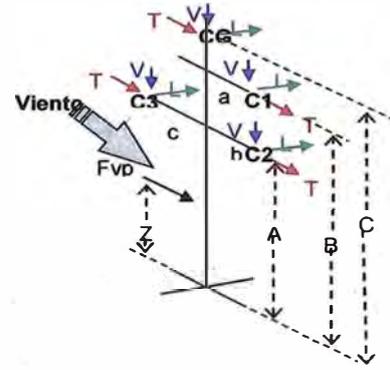
del suelo a cable de guarda
del suelo a conductor 1
del suelo a conductor 2
del suelo a conductor 3
del suelo a Fvp en el poste

C= 14.46 m
B= 13.17 m
A= 10.85 m
D= 10.85 m
Z= 6.50 m

Distancias horizontales:

del eje al cable de guarda
del eje al conductor 1
del eje al conductor 2
del eje al conductor 3

d= 0 m
a= 1.53 m
b= 1.53 m
c= 1.53 m



		Hipotesis				
		I	II	III	IV	V
Momento flector	CG	18254.2	0	0	0	0
	C1	45830	7148.2	7148.2	7148.2	7148.2
	C2	39015.9	7148.2	7148.2	7148.2	7148.2
	C3	24719.5	-7148.18	-7148.2	-7148.2	-7148.2
	P	16552				
Momento flector parcial		144372	7148.2	7148.2	7148.2	7148.2
Momento longitudinal	CG		163322			
	C1			147202		
	C2				121272	
	C3					121272
	P					
Parcial momento longitudinal		0	163322	147202	121272	121272
Momento torsor	CG					
	C1	0		17101		
	C2	0			17101	
	C3	0				-17101
	P					
Parcial momento torsor		0	0	17101	17101	-17101

Momento resultante 144372 163478 147376 121482 121482 N.m
Fuerza equivalente del poste 10178.5 11525.5 10425.1 8606.94 8606.94 N
Fuerza nominal del poste 12753.0 12753.0 12753.0 12753.0 12753.0 N
C.S. Adicional 1.3 1.1 1.2 1.5 1.5

ANEXO N° 3.10
ESTRUCTURA DE ANCLAJE BIPOSTE A0

I. Conductor AAAC 240mm²:			
Diametro del conductor	$\phi C=$	20.3 mm	
peso del conductor	wc =	6.5727 N/m	
Tiro nominal	Tc=	67740 N	
Tiro hipotesis normal	Tcn=	20322 N	
Tiro hipotesis excepcional	Tce=	20322 N	
II. Cable de guarda :			
Diámetro del cable	$\phi cg=$	9.52 mm	
Peso del cable	wcg =	3.9927 N/m	
Tiro nominal	Tcg=	68453 N	
Tiro hipotesis normal	Tcgn=	20536 N	
Tiro hipotesis excepcional	Tcge=	20536 N	
III. Datos generales:			
Velocidad del viento	Vv=	20.8 m/s	
Presión del viento	Pv=	265.21 N/m ²	
Pesos aisladores	Wa=	490.5 N	
Fuerza viento asil.	Fva=	98.1 N	
IV. Características			
Vano peso	Ap=	400 m	
vano viento	Av=	300 m	
vano máximo	Vmax=	180 m	
Angulo topográfico	$\beta=$	0 °	
Factores de sobre carga (Tab. 253-1 - CNE de Suministro)			
Carga de verticales	fs	1.5	
Cargas transversales			
Viento	fs	2.5	
Tiro	fs	1.65	
Cargas longitudinales	fs	1.1	
V Poste 16m, clase 3			
Longitud	L=	16.76 m	
Longitud libre	Lv=	14.484 m	
Diámetro de la punta	$\phi p=$	0.184 m	
Diámetro de la base	$\phi b=$	0.370 m	
Diámetro de empotramiento	$\phi e=$	0.346 m	
Area expuesta a la acción del viento	Avp=	3.838 m ²	
VI Hipotesis normal			
Cargas transversales			
Conductor AAAC	fs	Hipotesis	
		H-I	H-VI
Viento= $Pv \cdot Av \cdot \phi c \cdot \cos(\beta/2)/1000$	2.5	1615.1	1615.1 N
Tiro= $2 \cdot Tcn \cdot \sin(\beta/2), 2 \cdot Tcn \cdot \sin(\beta/2)/\sqrt{2}$	1.65	0	0 N
Carga total x fs		4037.8	4037.8 N
Cable de guarda			
Viento= $Pv \cdot Av \cdot \phi cg \cdot \cos(\beta/2)/1000$	2.5	757.43	757.43 N
Tiro= $2 \cdot Tcgn \cdot \sin(\beta/2), 2 \cdot Tcgn \cdot \sin(\beta/2)/\sqrt{2}$	1.65	0	0 N
Carga total x fs		1893.6	1893.6 N
Aisladores			
Viento	2.5	98.1	98.1 N
Carga total x fs		245.25	245.25 N
Poste			
Viento= $Pv \cdot Avp$	2.5	1018	1017.9 N
Carga total x fs		2544.8	2544.8 N
Cargas verticales			
Conductor AAAC	fs	Hipotesis	
		H-I	H-VI
Peso Cond.= $Wc \cdot Ap$	1.5	2629.1	2629.1 N
Carga total x fs		3943.6	3943.6 N
Cable de guarda			
Peso Cond.= $Wcg \cdot Ap$	1.5	1597.1	1597.1 N
Carga total x fs		2395.6	2395.6 N
Aisladores			
Peso de aisladores y accesorios	1.5	490.5	490.5 N
Carga total x fs		735.75	735.75 N
Tecnico + herramientas	1.5	981	981 N
Carga total x fs		1471.5	1471.5 N

Cargas longitudinales	fs	Hipotesis	
Conductor AAAC		H-I	H-VI
Tiro = $2 \cdot T_{ce} \cdot \cos(\beta/2)/3$	1.1		13548 N
Carga total x fs			14906 N
Cable de guarda			
Tiro = $2 \cdot T_{cge} \cdot \cos(\beta/2)/3$	1.1		13691 N
Carga total x fs			15063 N
VII. Hipotesis Excepcional			
Cargas transversales	fs		
Conductor AAAC			
Tiro (sano) = $2 \cdot T_{ce} \cdot \sin(\beta/2)$,	1.65	0 N	
Carga total x fs		0 N	
Tiro (falla) = $T_{ce} \cdot \sin(\beta/2)$,	1.65	0 N	
Carga total x fs		0 N	
Cable de guarda			
Tiro (sano) = $2 \cdot T_{cge} \cdot \sin(\beta/2)$,	1.65	0 N	
Carga total x fs		0 N	
Tiro (falla) = $T_{cge} \cdot \sin(\beta/2)$,	1.65	0 N	
Carga total x fs		0 N	
Cargas verticales	fs		
Conductor AAAC			
Peso cond. = $W_c \cdot A_p$	1.5	2629.1 N	
Carga total x fs		3943.6 N	
Cable de guarda			
Peso C.G. = $W_{cg} \cdot A_p$	1.5	1597.1 N	
Carga total x fs		2395.6 N	
Aisladores			
Peso aisladores y accesorios	1.5	490.5 N	
Carga total x fs		735.75 N	
Tecnico + herramientas	1.5	981 N	
Carga total x fs		1471.5 N	
Cargas longitudinales	fs		
Conductor AAAC			
Tiro = $T_{ce} \cdot \cos(\beta/2)$	1.1	20322 N	
Carga total x fs		22354 N	
Cable de guarda			
Tiro = $T_{cge} \cdot \cos(\beta/2)$	1.1	20536 N	
Carga total x fs		22589 N	

Lugar de aplicación		Hipotesis					
		I	II	III	IV	V	VI
Cable de guarda (CG)	T	1894	0	0	0	0	1894
	V	3867	3867	3867	3867	3867	3867
	L		22589				15063
Conductor 1 (C1)	T	4528	0	0	0	0	4528
	V	6887	6887	6887	6887	6887	6887
	L			22354	0	0	14906
Conductor 2 (C2)	T	4528	0	0	0	0	4528
	V	6887	6887	6887	6887	6887	6887
	L				22354	0	14906
Conductor 3 (C3)	T	4528	0	0	0	0	4528
	V	6887	6887	6887	6887	6887	6887
	L					22354	14906
Poste	Fvp	2545					2545
Suspensión 1 (S1)	T	245					245
	V	1597	1597	1597	1597	1597	1597
	L						
Suspensión 2 (S2)	T	245					245
	V	2207	2207	2207	2207	2207	2207
	L						
Suspensión 3 (S3)	T	245					245
	V	2207	2207	2207	2207	2207	2207
	L						

VIII. Disposición de fuerzas:

Distancias verticales:

del suelo a cable de guarda	C=	14.46 m	del suelo a suspensión 1	12.87
del suelo a conductor 1	B=	12.87 m	del suelo a suspensión 2	11.56
del suelo a conductor 2	A=	11.56 m	del suelo a suspensión 3	11.56
del suelo a conductor 3	D=	11.56 m		
del suelo a Fvp en el poste	Z=	6.50 m		

Distancias horizontales:

del eje al cable de guarda	d=	0 m
del eje al conductor 1	a=	1.5 m
del eje al conductor 2	b=	1.5 m
del eje al conductor 3	c=	1.5 m
del eje a suspensión 1	e=	0 m
del eje a suspensión 2	f=	3 m
del eje a suspensión 3	g=	3 m

		Hipotesis					
		I	II	III	IV	V	VI
Momento flector	CG	27381	0	0	0	0	27381
	C1	68609	10330	10330	10330	10330	68609
	C2	62677	10330	10330	10330	10330	62677
	C3	42017	-10330	-10330	-10330	-10330	42017
	P	33104					33104
	S1	3156	0	0	0	0	3156
	S2	9457	6622	6622	6622	6622	9457
	S3	-3787	-6622	-6622	-6622	-6622	-3787
	Parcial momento flector	242815	10330	10330	10330	10330	242815
Momento longitudinal	CG	0	326644				217806
	C1	0		287699			191838
	C2	0			258415		172311
	C3	0				258415	172311
	P						
	S1						
	S2						
	S3						
	Parcial momento longitudinal	0	326644	287699	258415	258415	754266
Momento torsor	CG						
	C1	0		33531			
	C2	0			33531		22359
	C3	0				-33531	-22359
	P						
	S1						
	S2						
	S3						
	Parcial momento torsor	0	0	33531	33531	-33531	0

<i>Fuerza equivalente del poste</i>	17104.9	23040.6	20365	18309.6	18309.6	55860.5 N
<i>Fuerza nominal del poste</i>	21386	21386	21386	21386	21386	21386 N
C.S. Adicional	1.3	0.9	1.1	1.2	1.2	0.4

Calculo de retenida

Datos de retenidas

Tiro de rotura

TR= 119658 N

Angulo

Ø= 37 °

$$T = \frac{M_{longitudinal}}{2 \times (x + y) \times \text{sen } \phi}$$

Configuracion de retenidas

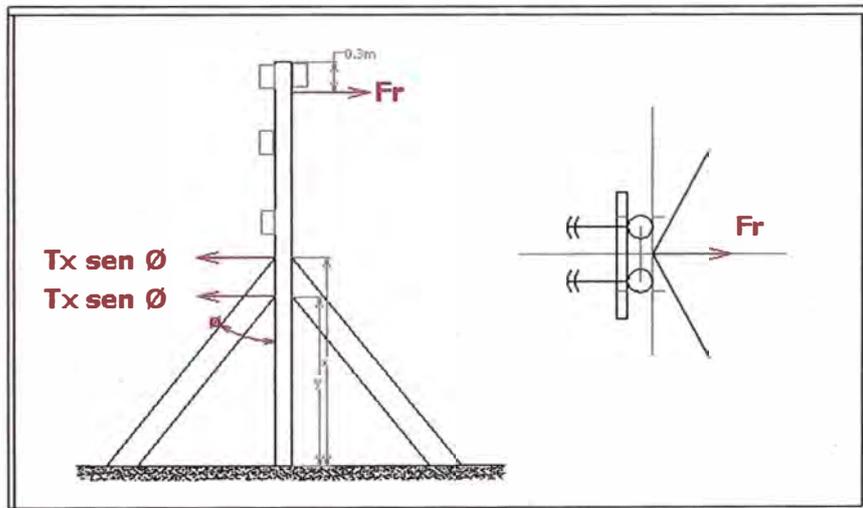
del suelo a la retenida 1

x= 10.58 m

del suelo a la retenida 2

y= 9.58 m

	I	II	III	IV	V	VI
<i>Fuerza calculada</i>		13461	11856	10650	10650	31084 N
Cs		8.89	10.09	11.24	11.24	3.85

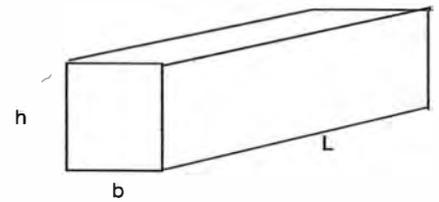


**ANEXO N° 3.11
ANALISIS ESTRUCTURAL DE CRUCETAS Y PERFILES**

Calculo de Crucetas

A. Dimensiones de la Cruceta

CRTA	b	h	L	
c1	75	100	3350	mm
c2	90	115	3350	mm
c3	90	120	3350	mm
c4	90	127	3350	mm
c5	127	178	3350	mm



B. Cargas en la Cruceta "P"

$P = Vp \times Wc + Wa + Wop$

$P = 4422.31 \text{ N}$

Vp: Vano peso

$Vp = 300 \text{ m}$

Wc: Peso del conductor

$Wc = 6.5727 \text{ N/m}$

Wa: Peso de los aisladores y accesorios

$Wa = 490.5 \text{ N}$

Wop: Peso de Operarios y herramientas (2)

$Wop = 1960 \text{ N}$

C. Esfuerzo Actuante "εa"

$\epsilon a = M / I \quad \text{N/mm}^2$

M: Momento Actuante N.mm

$M = P \times X$

$M = 6766134.3 \text{ N.mm}$

$X = 1530 \text{ mm}$

$I = b \times h^2 / 6$

I: Momento de Inercia mm³

$I1 = 125000.00 \text{ mm}^3$

$I2 = 198375.00 \text{ mm}^3$

$I3 = 218000.00 \text{ mm}^3$

$I4 = 241935.00 \text{ mm}^3$

$I5 = 870644.87 \text{ mm}^3$

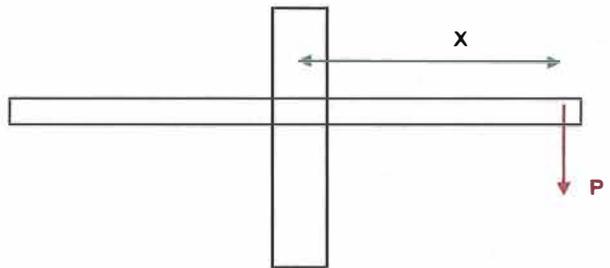
$\epsilon a1 = 54.13 \text{ N/mm}^2$

$\epsilon a2 = 34.11 \text{ N/mm}^2$

$\epsilon a3 = 31.32 \text{ N/mm}^2$

$\epsilon a4 = 27.97 \text{ N/mm}^2$

$\epsilon a5 = 10.09 \text{ N/mm}^2$



D. Coeficiente de Seguridad "C.S"

εm tornillo: 50 Mpa (509.86 kg/cm² = 50 N/mm²)

$C.S = \epsilon m / \epsilon a \geq 2 \text{ (ok)}$

$\epsilon m = 50 \text{ N/mm}^2$

$c.s1 = 0.92 \text{ Falla}$

$c.s2 = 1.47 \text{ Falla}$

$c.s3 = 1.60 \text{ Falla}$

$c.s4 = 1.79 \text{ Falla}$

$c.s5 = 4.96 \text{ ok}$

ESTRUCTURA TIPO S

A. Cálculo Mecánico de Cargas Verticales

a. Peso de la Cruceta. P_c

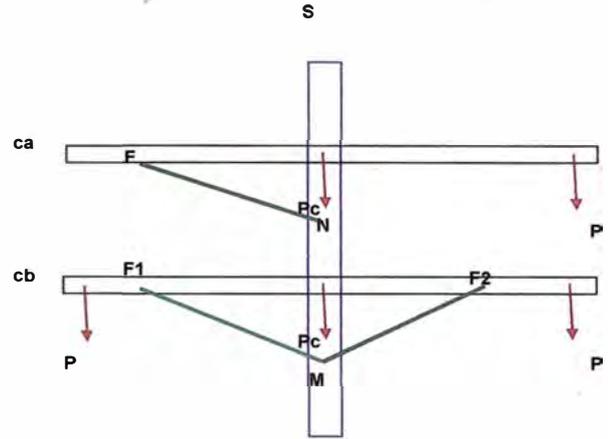
CRTA	b	h	L	
ca	127	178	3350	mm
cb	127	178	3350	mm

CRTA	Vol	
c1	0.0757	m ³
c2	0.0757	m ³

Densidad madera tornillo = 4414.5 N/m³

Peso de cruceta (P_c) = 334 N

$P = 4422.31$ N



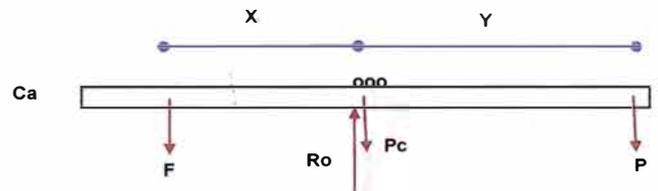
B. Cálculo de Reacciones en la Cruceta Ca

DATOS

P	4422.31	N
P_c	334.3105	N

X	1070	mm
Y	1530	mm

$F = 6323.49$ N (momentos en O)
 $R_o = 11080.111$ N (suma fuerzas verticales)



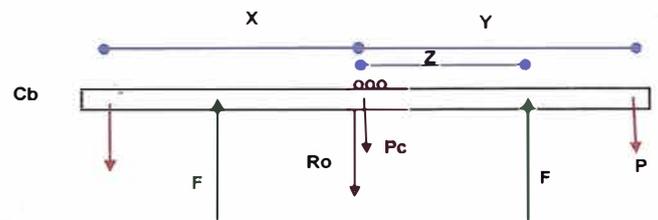
C. Cálculo de Reacciones en la Cruceta Cb

DATOS

P	4422.31	N
P_c	334.3105	N

L	3350	mm
X	1530	mm
Y	1530	mm
Z	760	mm

$F = 9087.01$ N (momentos en O)
 $R_o = 8995.09$ N (suma fuerzas verticales)



D. Cálculo de Reacciones en el Soporte Angular

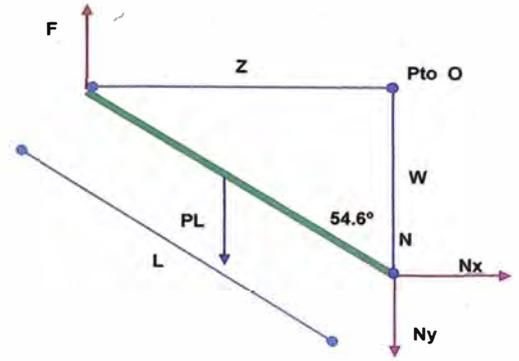
a. Soporte cruceta Ca

Perfil L A572 - GRADO 50 F°G°	L	1 3/4 X 1 3/4 X 3/16	plg
Peso unitario del perfil	PL	59.85	N/m
Esfuerzo Normal	£t	449.298	N/mm2
Esfuerzo fluencia	£y	345.312	N/mm3

Datos

PL	95.76	N
F	6323.49	N
L	1600	mm
Z	1070	mm
W	760	mm

Ny	6227.73	N	(suma fuerzas verticales)
Nx	8835.40	N	(suma momentos en O)
Nequ	10809.67	N	para perno



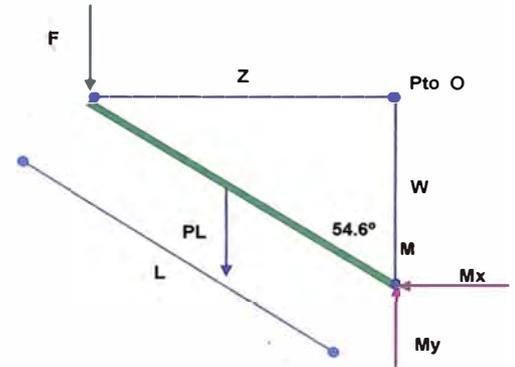
b. Soporte cruceta Cb

Perfil L A572 - GRADO 50 F°G°	L	1"3/4 X 1 3/4" X 3/16"	
Peso unitario del perfil	PL	59.85	N/m
Esfuerzo Normal	£t	449.298	N/mm2
Esfuerzo fluencia	£y	345.312	N/mm2

Datos

PL	59.85	N
F	9087.01	N
L	1000	mm
Z	760	mm
W	540	mm

My	9146.86	N	(suma fuerzas verticales)
Mx	12831.24	N	(suma momentos en O)
Mequ	15757.72	N	para perno



E. Cálculo del esfuerzo Actuante en el perfil

1" = 25.4 mm

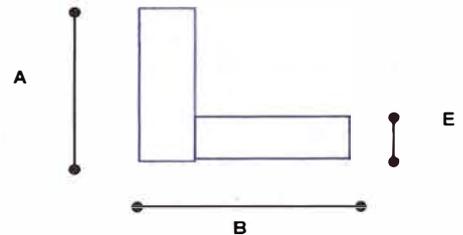
A	44.45	mm	1.75
B	44.45	mm	1.75
E	4.7625	mm	0.1875

Area Sec 400.70 mm²

calculo:

a	Esfuerzo Brazo Ca	=	9.14	N/mm2	C.S =	49.15
b	Esfuerzo Brazo Cb	=	13.14	N/mm2	C.S =	34.20

PELFIL L A572 - GRADO 50 A° G°



ANEXO N° 3.13

Cálculo del Bloque de Anclaje de Retenida

- P** : Profundidad de enterramiento (m)
L : Longitud de la varilla enterrada (m).
Tr : Tiro de la Retenida (kg)
l : Longitud del bloque (cm).
d : Ancho del bloque (cm).
Ø : Angulo de inclinación de la retenida (°).

N°	Est	Tr	Ø	l
1	A0	4348	37	150
2	A1	4660	37	150
3	A2	2980	37	150
4	T	6463	37	150
5	2T	6332	37	150
6	ASV	6840	37	150

Profundidad de enterramiento (m)

$$P \gg ((Tr \times \text{sen } \varnothing) / 8.65 \times l) \frac{1}{2}$$

Ancho del bloque (cm).

$$d \gg (Tr / 1.5 \times l)$$

Longitud de la varilla enterrada (m).

$$L \gg (P / \text{Cos } \varnothing)$$

Resultados:

N°	P	d	L
1	1.42	19.32	1.78
2	1.47	20.71	1.84
3	1.18	13.24	1.47
4	1.73	28.72	2.17
5	1.71	28.14	2.15
6	1.78	30.40	2.23

Bloque de Anclaje de 150 x30 x30 cm
 Varilla de anclaje de 5/8"Ø x 2.40 m

P 1.70 m
L 2.15 m