

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA LINEA PRIMARIA  
ANANEA – UNTUCA – LLACTAPATA EN 22,9kV PARA EL  
SUMINISTRO ELECTRICO A LA UNIDAD MINERA  
UNTUCA - PUNO**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

PRESENTADO POR:

**ERNESTO CHAMPI QUISPE**

**PROMOCIÓN**

**2001 - II**

**LIMA – PERÚ**

**2011**

**ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA LINEA PRIMARIA  
ANANEA – UNTUCA – LLACTAPATA EN 22,9kV PARA EL  
SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA UNIDAD MINERA  
UNTUCA - PUNO**

## **DEDICATORIA**

*Agradecimiento a mis padres quienes con su esfuerzo y motivación constante me enseñaron a esforzarme día a día.*

*A la Universidad Nacional de Ingeniería por mi formación en ciencias de la ingeniería, conocimiento fundamental para el logro de mis objetivos.*

## SUMARIO

En el presente informe de Competencia Profesional se desarrolla la ingeniería definitiva para la construcción de una Línea de Distribución Primarias de 22,9kV por medio de la cual se suministrará energía eléctrica a la Unidad Minera de Untuca de propiedad de Cori Puno, ubicada a 4,950 m.s.n.m., en el distrito de Quiaca, provincia de Sandia, región Puno.

El estudio de ingeniería comprende dos tramos principales: el primero, la construcción de una Línea Primaria desde la Subestación Ananea hasta el sector denominado Derivación Oriental y el segundo, la Rehabilitación la Línea Primaria existente desde Derivación Oriental hasta la Unidad Minera en el sector denominado Lactapata.

Debido a las condiciones especiales de la Línea Primaria por encontrarse sobre los 4000 msnm, zona de alta incidencia en descargas atmosféricas, se han seguido las recomendaciones del IEEE Std 1410™-2004[IIEE04] para mejorar el desempeño adecuado de la Línea Primaria a fin de garantizar una tasa baja de salidas de servicio por descargas atmosféricas.

En base a estas recomendaciones se ha realizado el diseño de soportes especiales para la Línea Primaria teniendo en cuenta la instalación de cable de guarda y Puesta a Tierra para garantizar el aislamiento, estas características de las estructuras se toman en cuenta para la distribución de soportes mostrados en los planos respectivos para construcción.

## ÍNDICE

	Página
<b>PRÓLOGO</b>	
<b>CAPITULO I</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	
1.1 Descripción del área del proyecto	3
1.1.1 Ubicación Geográfica	3
1.1.2 Condiciones Climatológicas	3
1.1.3 Topografía - Altitud del Área del Proyecto	3
1.1.4 Vías de Acceso	3
1.2 Alcances del proyecto	4
1.3 Descripción del proyecto	4
1.3.1 Ruta de la Línea Primaria	4
1.3.2 Características Eléctricas del Sistema	5
1.3.3 Características del equipamiento y evaluación de instalaciones existentes	6
1.3.4 Aspectos de diseño eléctrico	9
1.3.5 Aspectos de diseño mecánico	9
1.4 Servidumbre	11
1.5 Planos Generales del Proyecto	11
<b>CAPITULO II</b>	
<b>LINEAMIENTOS PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LA LÍNEA PRIMARIA SOBRE LOS 4000 MSNM</b>	
2.1 Descripción del Estándar IEEE Std 1410 <sup>TM</sup> -2004	16
2.2 Parámetros de las Descargas Atmosféricas	16
2.2.1 Incidencias de Descargas Atmosféricas	17
2.3 Comportamiento de las Líneas aéreas ante Descargas Atmosféricas	17
2.3.1 Descargas tipo rayo en Líneas Aéreas	18
2.3.2 Flameos (flashovers) por Tensiones Inducidas	18
2.4 Nivel de Aislamiento de la Línea Primaria	20

2.4.1	Tensiones de Flameo del Impulso Critico (CFO) de aislamiento combinado	21
2.4.2	Cálculo de CFO de estructuras con aislamiento en serie	22
2.5	Protección con Cable de Guarda para las Líneas de Distribución	24
2.5.1	Angulo de Apantallamiento	25
2.5.2	Requerimientos del Aislamiento	25
2.5.3	Efecto del Aterramiento y el Nivel de Aislamiento.	26
2.5.4	Cables de Guarda y Parrarayos	26
2.6	Pararrayos para la protección de Líneas de Distribución.	27
2.6.1	Consideraciones en la longitud del cable de conexión del pararrayo	27
2.6.2	Flameos por descargas indirectas	28
2.6.1	Flameos por descargas directas	28
2.7	Aplicación de la estándar IEEE 1410 en Línea Primaria 22.9kV en estudio	29
2.7.1	Cálculo del CFO para diferentes trayectorias en el diseño de armados 22,9kV.	29
2.7.2	Cálculo de descargas directas e inducidas	33

### **CAPITULO III**

#### **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL PROYECTO**

3.1	Bases de cálculo para el diseño	36
3.1.1	Objetivo	36
3.1.2	Características meteorológicas	37
3.1.3	Características eléctricas del sistema	37
3.1.4	Parámetros de caída de tensión y pérdida de potencia	37
3.1.5	Distancias mínimas de seguridad	37
3.2	Cálculos eléctricos	39
3.2.1	Análisis de regulación de tensión	39
3.2.2	Determinación del nivel de aislamiento y selección de aisladores	40
3.2.3	Selección del conductor	44
3.2.4	Selección del Cable de Guarda	48
3.2.5	Sistema de Puesta a tierra	49
3.2.6	Coordinación de la protección	51
3.3	Cálculos mecánicos	51
3.3.1	Consideraciones de diseño	51
3.3.2	Calculo mecánico de conductores	51
3.3.3	Aplicación del Software DLTCAD 2010 para la distribución de Estructuras	55

3.3.4	Hipótesis de Cálculo	56
3.3.5	Vibración de Conductores-Amortiguadores	58
3.3.6	Cálculo Mecánico de las Estructuras de Madera y Retenidas	60
3.3.7	Cálculos Mecánicos de las Estructuras	60
3.3.8	Cálculos Mecánicos de Retenidas	62
3.3.9	Cálculo de Cimentación de los Postes de Madera	64
3.3.10	Cálculo de Cimentación de Retenidas	64

## **CAPITULO IV**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES**

4.1	Especificaciones Técnicas Generales	65
4.2	Postes de madera importada para Líneas Primarias	67
4.3	Crucetas de madera de procedencia nacional	76
4.4	Aisladores tipo pin de porcelana	86
4.5	Espigas para aisladores tipo pin	90
4.6	Aisladores de suspensión de porcelana	93
4.7	Herrajes de cadenas de aisladores	97
4.8	Conductores de aleación de Aluminio	103
4.9	Accesorios del conductor	108
4.10	Cable de acero para Retenidas	114
4.12	Accesorios metálicos para retenidas	123
4.13	Material para Sistema de Puesta a Tierra	127
4.14	Seccionadores fusibles tipo expulsión	132
4.15	Pararrayos	137

## **CAPITULO V**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE**

5.1	Especificaciones Técnicas generales	144
5.1.1	Del Contrato	144
5.1.2	De la Programación	145
5.1.3	Del personal	147
5.1.4	De la Ejecución	148
5.1.5	De la supervisión	150
5.1.6	De la Aceptación	151
5.2	Especificaciones Técnicas Particulares	154

5.2.1	Replanteo Topográfico	154
5.2.2	Ingeniería de Detalle	155
5.2.3	Excavación	155
5.2.4	Izaje de Postes y Cimentación	156
5.2.5	Relleno	156
5.2.6	Armado de Estructuras	157
5.2.7	Montaje de Retenidas y Anclajes	158
5.2.8	Puesta a tierra	159
5.2.9	Instalación de Aisladores y Accesorios	159
5.2.10	Tendido y Puesta en Flecha de los Conductores	160
5.2.11	Inspección y Pruebas	164

## **CAPITULO VI**

### **METRADO BASE, PRESUPUESTO BASE Y CRONOGRAMA**

6.1	Resumen	166
6.2	Análisis de Precios Unitarios	167
6.3	Metrado Base	167
6.4	Presupuesto Base	174
6.5	Cronograma de Obra	181

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **ANEXO A CÁLCULO DE PARÁM. ELÉCTRICOS Y REG. DE TENSIÓN**

#### **ANEXO B CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES**

#### **ANEXO C CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS**

#### **ANEXO D CONDICIONES CLIMATICAS**

#### **ANEXO E CÁLCULO DE PAT Y COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN**

#### **ANEXO F ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

#### **ANEXO G LÁMINAS DE ARMADOS DE ESTRUCTURAS**

#### **ANEXO H PLANOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESTRUCTURAS**

#### **ANEXO I TABLAS DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS**

#### **BIBLIOGRAFÍA**

## PRÓLOGO

Productividad, eficiencia y calidad son claves para la supervivencia de todo proceso productivo en un mundo globalizado, razón por la cual las empresas están en constante búsqueda de la optimización de sus recursos sea humanos o físicos, mientras estos generen el retorno satisfactorio de la inversión, se tendrán asegurada la maximización de los resultados.

La unidad minera Untuca de propiedad de Coripuno, actualmente realiza sus operaciones con grupo electrógenos a diesel, generando altos costos en sus procesos productivos, razón por la cual se ha proyectado la construcción de una Línea de Distribución Primaria para interconectarla al SEIN a fin de disponer de un suministro eléctrico permanente, seguro, económico y confiable.

El objetivo del presente informe es desarrollar el Estudio Definitivo de Ingeniería para la construcción de una Línea de Distribución Primaria en 22,9kV para abastecer de suministro eléctrico a la Unidad Minera Untuca de propiedad de Coripuno, tomando en cuenta las recomendaciones del estándar IEEE Std 1410™-2004 [IEEE04] con la finalidad de que la Línea Primaria opere eficientemente en condiciones ambientales adversas, sometida a una alta incidencia de descargas atmosféricas, diseñando adecuadamente el Aislamiento, Cable de Guarda y la Puesta a Tierra.

El Estudio Definitivo de Ingeniería comprende dos tramos principales: el primero, la construcción de una Línea Primaria desde la Subestación Ananea hasta el sector denominado Derivación Oriental y el segundo, la Rehabilitación la Línea Primaria existente desde Derivación Oriental hasta la Unidad Minera en el sector denominado Llactapata, cabe mencionar que el segundo tramo no ingreso en servicio debido a problemas de diseño.

Se tiene como antecedentes principales: La resolución OSINERGMIN N° 075-2009-OS/CD se aprueba el Plan de Inversiones en Transmisión, correspondiente al período julio 2006-abril 2013 que establece fechas estimadas de ejecución de proyectos en el área de Demanda 11 la cual se encuentra ubicada en la región Sur Este del Perú y

está conformada por instalaciones pertenecientes a las empresas concesionarias Electro Puno, Electrosur y Red de Energía del Perú (REP), además mediante convenio suscrito entre Electropuno y Coripuno S.A.C., esta última empresa tiene en sus obligaciones la elaboración del Expediente Técnico de la Línea Primaria Ananea – Derivación Oriental en 22,9kV y la elaboración del Expediente Técnico para la Rehabilitación de la Línea Primaria Oriental - Untuca en 22,9kV y la Rehabilitación de la Línea Primaria Untuca – Llactapata en 22,9kV esta última de propiedad de Coripuno.

La empresa concesionaria Electropuno S.A., otorga la factibilidad de suministro y fija el punto de diseño, en donde precisa que se atenderá desde la Celda de Salida N° 01 de la SE Ananea, desde donde se inicia la Línea Primaria a construirse.

En el Capítulo I, se presenta la descripción del área geográfica, condiciones climáticas, altitud y vías de acceso. Se describe asimismo las características de la Línea Primaria, también se definen los aspectos considerados para el diseño eléctrico y diseño mecánicos de la Línea Primaria, tal como las hipótesis de estado.

En el Capítulo II, se la hace la descripción y aplicación de los lineamientos establecidos en el estándar IEEE Std 1410™-2004 [IEEE04] para lograr un desempeño adecuado de la Línea Primaria diseñando adecuadamente el Aislamiento, Cable de Guarda y Puesta a Tierra en una zona con alta incidencia de descargas atmosféricas.

En el Capítulo III, se describen los cálculos justificativos eléctricos y mecánicos realizados, los que se encuentran detallados en los Anexos A, B, C, D y E.

En el Capítulo IV, se describe las especificaciones técnicas desde el punto de vista técnico, el diseño, fabricación, inspección y pruebas de los materiales se suministran en el marco del proyecto.

En el Capítulo V, se describen las especificaciones técnicas para ejecutar la totalidad de los trabajos, realizar todos los servicios requeridos, pruebas y puesta en servicio de todas las instalaciones y equipos, para la completa terminación de la Obra.

En el Capítulo VI se presenta el metrado base, presupuesto base y cronograma de ejecución del proyecto.

En el Anexo G se muestran las Láminas de Armados de estructuras modificados de acuerdo a los lineamientos descritos en el Capítulo II, y en el Anexo H se pueden apreciar los planos de distribución de estructuras para construcción.

Finalmente se establecen las conclusiones del estudio y las recomendaciones para mejoras en el diseño de Líneas de Distribución Primarias ubicadas a gran altitud.

## **CAPITULO I**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

#### **1.1 Descripción del área del proyecto**

##### **1.1.1 Ubicación Geográfica**

La Línea Primaria Ananea – Derivación Oriental 22,9kV está ubicada entre la Subestación Ananea 60/22,9kV y el punto denominado Derivación Oriental, desde donde se inicia la Línea Primaria Derivación Oriental – Untuca de propiedad de Electropuno S.A. la Línea Primaria existente Derivación Oriental –Untuca - Llactapata 22,9kV a Rehabilitar está ubicada entre el punto denominado Derivación Oriental hasta el punto de interconexión con la Unidad Minera Untuca de propiedad de Coripuno.

La zona del proyecto se encuentra aproximadamente entre las coordenadas UTM WGS 84 8397000 – 8375000 Norte y 411000 – 476000 Este.

##### **1.1.2 Condiciones Climatológicas**

El área del proyecto cuenta con un clima frío con constantes heladas, debido a la altura en que se encuentra. Las características ambientales son la siguiente:

- Temperatura promedio 4,5 °C
- Temperatura Máxima 11,8 °C
- Temperatura mínima -5,2 °C
- Altitud sobre el nivel del Mar Entre 3900 y 4700 msnm
- Velocidad Máxima del Viento 28,8 km/h

Fuente: Estación Meteorológica del SENAMHI – 000826/Ananea/DRE-13.

##### **1.1.3 Topografía - Altitud del Área del Proyecto**

La topografía del terreno en el área del proyecto se caracteriza por ser plana con pequeñas laderas de cerros y quebradas. La altitud del área del proyecto varía entre 3900 y 4700 metros sobre el nivel del mar.

##### **1.1.4 Vías de Acceso**

Las vías de acceso a la zona del proyecto son:

- Lima – Juliaca: Vía aérea
- Juliaca – San Antonio de Putina – Ananea: Vía terrestre asfaltada
- Ananea – Derivación Oriental: Carretera afirmada

## **1.2 Alcances del proyecto**

Línea Primaria en nivel de tensión 22,9kV Ananea - Derivación Oriental; se inicia en la Subestación Ananea hasta la zona denominada Derivación Oriental, paralelo a la Línea Primaria Ananea - Sandia. La línea estará conformada con estructuras de madera (pino importado suministrado por Electropuno S.A.) de longitud 12 m – C6 con retenidas inclinadas, crucetas de madera, conductor AAAC de sección 120 mm<sup>2</sup>, aisladores de porcelana tipo pin 56-4 y suspensión 52-3 (cadena de 03 unidades), herrajes de aisladores, amortiguadores de vibración, varillas de armar y accesorios. La longitud total de la línea es 14.30 km.

Rehabilitación de la Línea Primaria en 22,9kV Existente; esta línea se inicia en la zona denominada Derivación Oriental hasta la altura de la localidad denominada Untuca, para interconectar posteriormente a la zona de Llactapata, donde se ubica a Unidad Minera de Coripuno.

Esta línea primaria existente está construida con postes de madera (eucalipto) de longitud 12 m – Clase 6, retenidas inclinadas, crucetas de madera sin tratar, conductor AAAC de sección 70 mm<sup>2</sup>, aisladores de porcelana tipo pin 56-3, aisladores poliméricos tipo suspensión y ferretería en general. La longitud total de la línea es 28.60 km

La rehabilitación consistirá en el cambio de sección del conductor a 120mm<sup>2</sup>, redistribución de estructuras, aisladores tipo pin 56-4 y suspensión 52-3 (cadena de 03 unidades), herrajes de aisladores, amortiguadores de vibración, varillas de armar y accesorios.

## **1.3 Descripción del proyecto**

### **1.3.1 Ruta de la Línea Primaria**

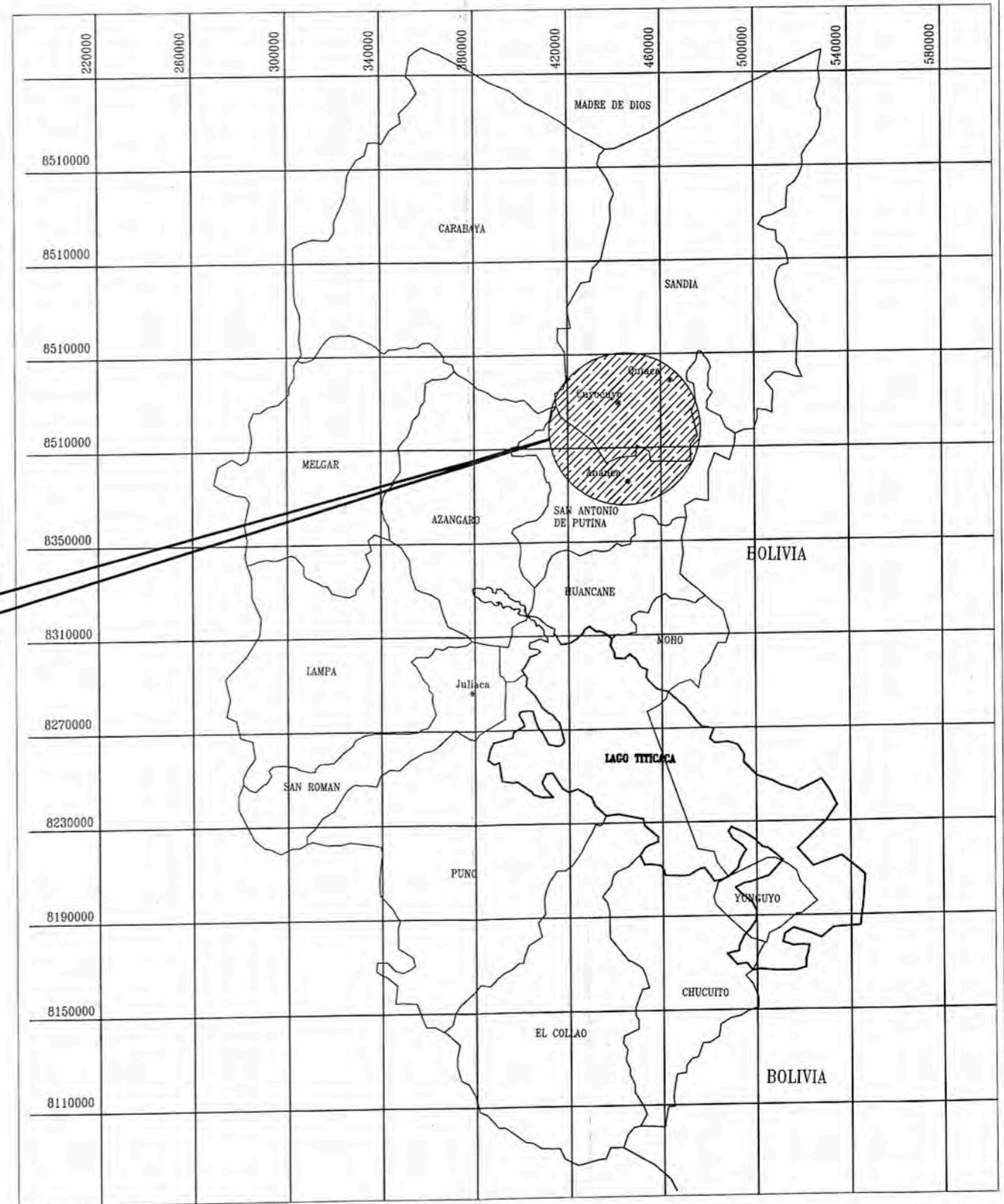
La ruta de la línea primaria en 22,9kV ha sido trazada paralela a la línea primaria en 22,9KV existente Ananea - Sandia, aproximadamente a 5,5 m del eje de la línea existente, con la finalidad de facilitar la gestión de servidumbre y una distancia necesaria para el montaje electromecánico. La ruta de la línea primaria en 22,9kV existente ha sido trazada próxima a la carretera hacia Untuca y Llactapata, por lo que con la finalidad de utilizar la misma franja de servidumbre se conservara la ruta de línea en su totalidad.

# UBICACION EN EL PERU



ESTUDIO DEFINITIVO DE LA LÍNEA PRIMARIA ANANEA - DERIVACION ORIENTAL 22.9 KV.

# UBICACION EN EL DPTO: PUNO

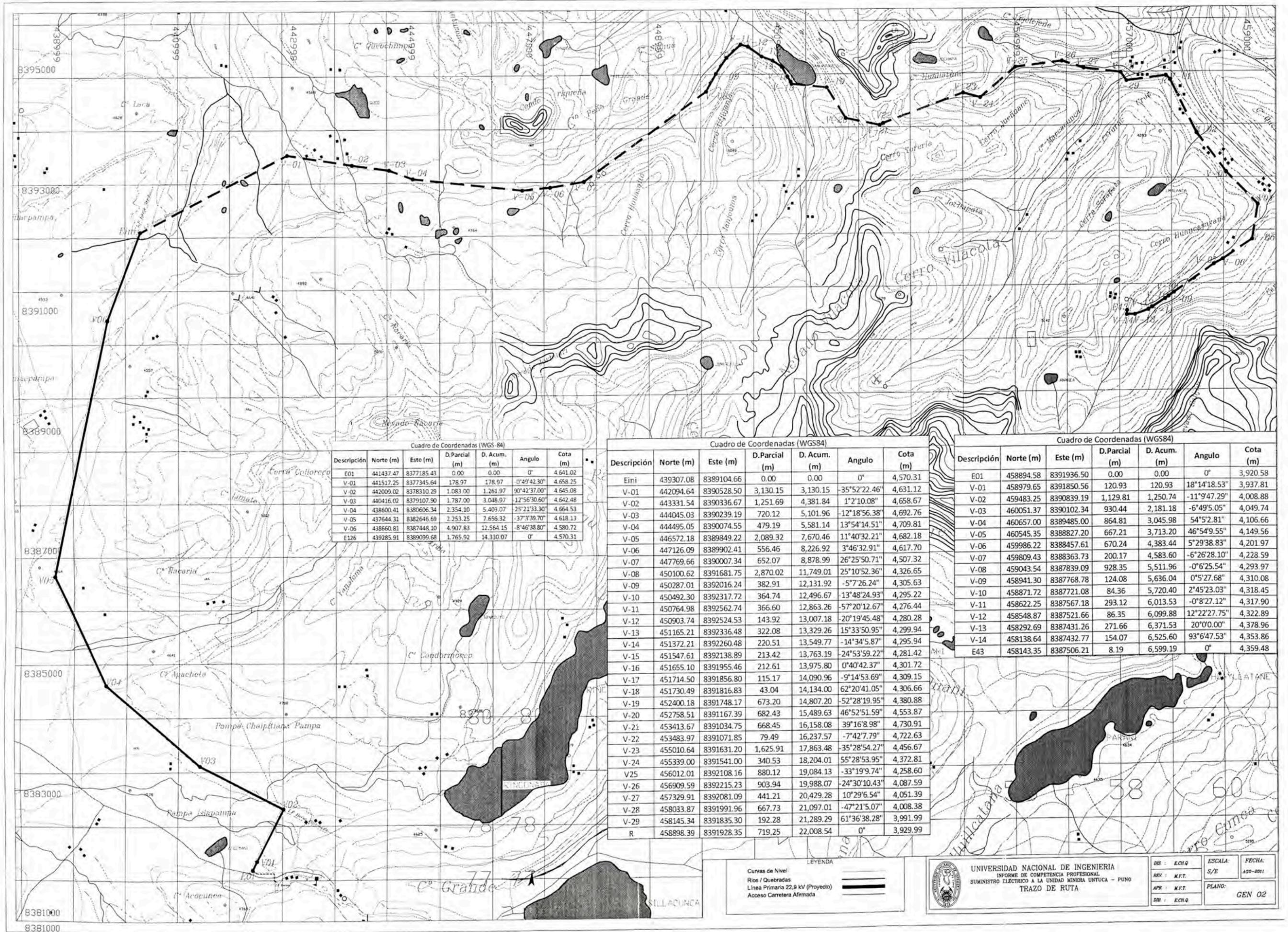


N°	FECHA	REVISIONES	REV.	APROB.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL  
 SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA UNIDAD MINERA UNTUCA - PUNO  
 PLANO DE UBICACIÓN

DIS. : E.CH.Q	ESCALA: S/S	FECHA: AGO-2011
REV. : M.F.T	PLANO: GEN 01	
APR. : M.F.T		
DIB. : E.CH.Q		



Cuadro de Coordenadas (WGS-84)

Descripción	Norte (m)	Este (m)	D. Parcial (m)	D. Acum. (m)	Angulo	Cota (m)
E01	441437.47	8377185.43	0.00	0.00	0°	4.641.02
V-01	441517.25	8377345.64	178.97	178.97	0°49'42.30"	4.658.25
V-02	442009.02	8378310.29	1.083.00	1.261.97	90°42'37.00"	4.645.08
V-03	440416.02	8379107.90	1.787.00	3.048.97	12°56'30.60"	4.642.48
V-04	438600.41	8380606.34	2.354.10	5.403.07	25°21'33.30"	4.664.53
V-05	437644.31	8382646.69	2.253.25	7.656.32	37°33'39.70"	4.618.13
V-06	438660.81	8387448.10	4.907.83	12.564.15	8°46'38.80"	4.580.72
E126	439285.91	8389099.68	1.765.92	14.330.07	0°	4.570.31

Cuadro de Coordenadas (WGS84)

Descripción	Norte (m)	Este (m)	D. Parcial (m)	D. Acum. (m)	Angulo	Cota (m)
Eini	439307.08	8389104.66	0.00	0.00	0°	4.570.31
V-01	442094.64	8390528.50	3,130.15	3,130.15	35°52'22.46"	4.631.12
V-02	443331.54	8390336.67	1,251.69	4,381.84	1°2'10.08"	4.658.67
V-03	444045.03	8390239.19	720.12	5,101.96	12°18'56.38"	4.692.76
V-04	444495.05	8390074.55	479.19	5,581.14	13°54'14.51"	4,709.81
V-05	446572.18	8389849.22	2,089.32	7,670.46	11°40'32.21"	4,682.18
V-06	447126.09	8389902.41	556.46	8,226.92	3°46'32.91"	4,617.70
V-07	447769.66	8390007.34	652.07	8,878.99	26°25'50.71"	4,507.32
V-08	450100.62	8391681.75	2,870.02	11,749.01	25°10'52.36"	4,326.65
V-09	450287.01	8392016.24	382.91	12,131.92	-5°7'26.24"	4,305.63
V-10	450492.30	8392317.72	364.74	12,496.67	13°48'24.93"	4,295.22
V-11	450764.98	8392562.74	366.60	12,863.26	57°20'12.67"	4,276.44
V-12	450903.74	8392524.53	143.92	13,007.18	-20°19'45.48"	4,280.28
V-13	451165.21	8392336.48	322.08	13,329.26	15°33'50.95"	4,299.94
V-14	451372.21	8392260.48	220.51	13,549.77	-14°34'5.87"	4,295.94
V-15	451547.61	8392138.89	213.42	13,763.19	-24°53'59.22"	4,281.42
V-16	451655.10	8391955.46	212.61	13,975.80	0°40'42.37"	4,301.72
V-17	451714.50	8391856.80	115.17	14,090.96	-9°14'53.69"	4,309.15
V-18	451730.49	8391816.83	43.04	14,134.00	62°20'41.05"	4,306.66
V-19	452400.18	8391748.17	673.20	14,807.20	-52°28'19.95"	4,380.88
V-20	452758.51	8391167.39	682.43	15,489.63	46°52'51.59"	4,553.87
V-21	453413.67	8391034.75	668.45	16,158.08	39°16'8.98"	4,730.91
V-22	453483.97	8391071.85	79.49	16,237.57	-7°42'7.79"	4,722.63
V-23	455010.64	8391631.20	1,625.91	17,863.48	-35°28'54.27"	4,456.67
V-24	455339.00	8391541.00	340.53	18,204.01	55°28'53.95"	4,372.81
V25	456012.01	8392108.16	880.12	19,084.13	-33°19'9.74"	4,258.60
V-26	456909.59	8392215.23	903.94	19,988.07	-24°30'10.43"	4,087.59
V-27	457329.91	8392081.09	441.21	20,429.28	10°29'6.54"	4,051.39
V-28	458033.87	8391991.96	667.73	21,097.01	-47°21'5.07"	4,008.38
V-29	458145.34	8391835.30	192.28	21,289.29	61°36'38.28"	3,991.99
R	458898.39	8391928.35	719.25	22,008.54	0°	3,929.99

Cuadro de Coordenadas (WGS84)

Descripción	Norte (m)	Este (m)	D. Parcial (m)	D. Acum. (m)	Angulo	Cota (m)
E01	458894.58	8391936.50	0.00	0.00	0°	3,920.58
V-01	458979.65	8391850.56	120.93	120.93	18°14'18.53"	3,937.81
V-02	459483.25	8390839.19	1,129.81	1,250.74	-11°9'47.29"	4,008.88
V-03	460051.37	8390102.34	930.44	2,181.18	-6°49'5.05"	4,049.74
V-04	460657.00	8389485.00	864.81	3,045.98	54°52'8.11"	4,106.66
V-05	460545.35	8388827.20	667.21	3,713.20	46°54'9.55"	4,149.56
V-06	459986.22	8388457.61	670.24	4,383.44	5°29'38.83"	4,201.97
V-07	459809.43	8388363.73	200.17	4,583.60	-6°26'28.10"	4,228.59
V-08	459043.54	8387839.09	928.35	5,511.96	-0°6'25.54"	4,293.97
V-09	458941.30	8387768.78	124.08	5,636.04	0°5'27.68"	4,310.08
V-10	458871.72	8387721.08	84.36	5,720.40	2°45'23.03"	4,318.45
V-11	458622.25	8387567.18	293.12	6,013.53	-0°8'27.12"	4,317.90
V-12	458548.87	8387521.66	86.35	6,099.88	12°22'27.75"	4,322.89
V-13	458292.69	8387431.26	271.66	6,371.53	20°0'0.00"	4,378.96
V-14	458138.64	8387432.77	154.07	6,525.60	93°6'47.53"	4,353.86
E43	458143.35	8387506.21	8.19	6,599.19	0°	4,359.48

LEYENDA

Curvas de Nivel

Rios / Quebradas

Línea Primaria 22.9 kV (Proyecto)

Acceso Carretera Afirmada

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL  
 SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA UNIDAD MINERA UNTUCA - PUNO  
 TRAZO DE RUTA

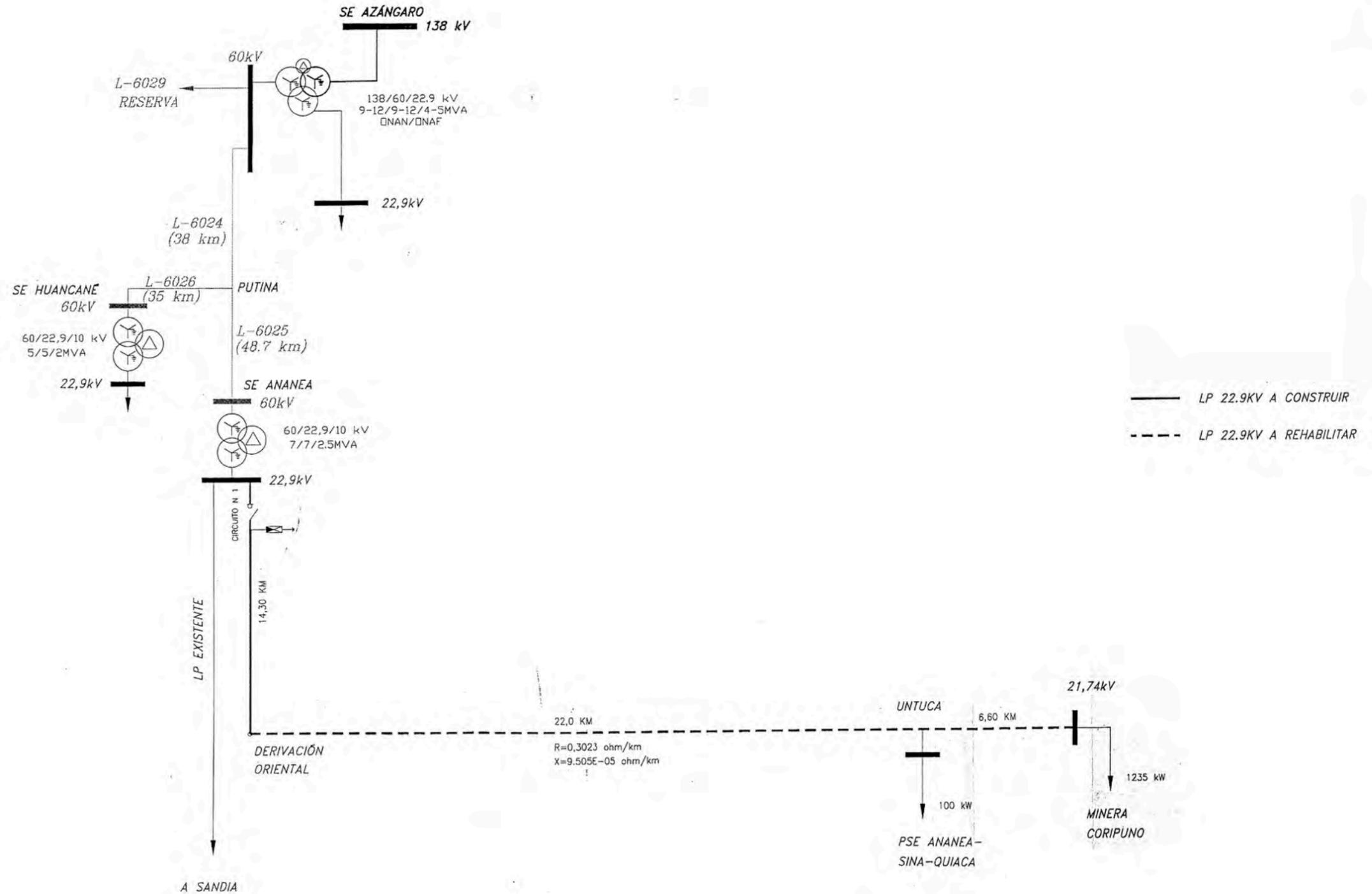
DB: ECHQ  
 REV: M.F.T.  
 APR: M.F.T.  
 DB: ECHQ

ESCALA: S/E

FECHA: AGO-2011

PLANO: GEN 02

# DIAGRAMA UNIFILAR



Escenario: Máxima Demanda

DIS.	E.CH.Q.	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL SUMINISTRO ELECTRICO A LA UNIDAD MINERA UNTUCA-PUNO DIAGRAMA UNIFILAR	LINEA PRIMARIA 22,9 kV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL-UNTUCA LLACTAPATA DIAGRAMA UNIFILAR	HOJA 01
DIB.	E.CH.Q.			ESC. S/E
REV.	M.F.T.			N° PLANO
APR.	M.F.T.			GEN-03
FECHA	AGO-11			

### 1.3.2 Características Eléctricas del Sistema

#### a) Nivel de Tensión

El nivel de tensión del proyecto es 22,9kV con cable de guarda.

#### b) Nivel de Aislamiento de la Línea Primaria

Los criterios considerados en la selección del aislamiento son por contaminación ambiental, sobretensiones a frecuencia industrial en seco y sobretensiones atmosféricas

De los cálculos efectuados se ha seleccionado los siguientes aisladores: Pin Ansi 56-4 y Suspensión Ansi 52-3 (Cadena compuesta por 3 aisladores), se concluye que esta línea primaria al contar con postes de madera y crucetas de madera, permite aproximarnos a los 300kV, conjuntamente con el aislador ANSI 56-4 y 52-3.

#### c) Nivel de Aislamiento de la Línea Primaria a Rehabilitar

Los criterios considerados en la selección del aislamiento son por contaminación ambiental, sobretensiones a frecuencia industrial en seco y sobretensiones atmosféricas

El Aislamiento necesario por contaminación ambiental, determina la longitud de la línea de fuga fase-tierra requerida en el aislamiento por contaminación ambiental. La selección de la distancia de fuga de los aisladores ha sido tomada de la recomendación de la Norma IEC 815, "Recomendaciones para distancia de fuga en aisladores para ambientes contaminados" que establece niveles de contaminación según características ambientales, seleccionando una distancia de fuga de 16mm/kV correspondiente a una zona de contaminación ligera, pero para el área del proyecto se consideró una distancia de fuga de 14,5mm/kV debido a que se ubica en una zona de sierra (contaminación muy ligera) con altitud entre los 4500 y 4700 msnm, predominantemente con presencia de pastos naturales, expuestas a presencia de lluvias frecuentes y de gran intensidad, lo que contribuye a la limpieza periódica de los aisladores.

La línea de fuga fase-tierra ( $L_{fuga}$ ) está dada por la expresión siguiente:

$$L_{fuga} = L_{f0} \times U_{max} \times F_{CH} \quad (1.1)$$

Donde:

$L_{fuga}$ : Longitud de fuga fase-tierra requerida

$L_{f0}$ : Longitud de fuga unitaria en mm/kV $\phi$ - $\phi$

$U_{max}$ : Tensión Máxima de Servicio

$F_{CH}$ : Factor de Corrección por Altura,  $F_{CH} = 1 + 1,25(msnm - 1000) \times 10^{-4}$

**Tabla 1.1 Aislamiento Requerido por Contaminación**

Altitud	Fch	mm/kV $\phi$ - $\phi$	U <sub>max</sub> (kV)	Lfuga
Hasta 4 700 msnm	1,4625	16	25	585

La línea primaria existente cuenta con aisladores 56-3, por lo que se cambiarán estos aisladores a 56-4, los que cumplen con los requerimientos de la línea primaria a rehabilitar. Asimismo, los aisladores poliméricos instalados, tiene un baja tensión de flameo de impulso crítico, (*Critical Flashover Overvoltage, CFO*) por lo que también se cambiarán a aisladores tipo suspensión 52-3 de porcelana (03 unidades por cadena) y se realizarán arreglos a los armados de las estructuras para elevar el CFO.

En el capítulo II se describe la metodología indicada en el estándar IEEE Std 1410™-2004 para incrementar el CFO de las estructuras.

#### **d) Niveles de Cortocircuito**

Todo el equipamiento propuesto será capaz de soportar los efectos térmicos y mecánicos de las corrientes de cortocircuito equivalentes a 250 MVA, por un tiempo de 0,2 s; por lo que es suficiente la utilización de la sección mínima de los conductores de Aleación de Aluminio de 25 mm<sup>2</sup> y de los resultados del análisis de regulación de tensión de los sistemas eléctricos se pueden utilizar las secciones igual o mayor a 25 mm<sup>2</sup> AAAC. En este caso se utilizara el conductor de 120mm<sup>2</sup> AAAC.

### **1.3.3 Características del equipamiento y evaluación de instalaciones existentes**

#### **a) Postes y Crucetas**

Se ha previsto la utilización de postes de madera de pino importado que cumplen con las características mecánicas establecidas en las especificaciones técnicas de la Dirección General de Electricidad [DGE03].

La cruceta será de Tornillo y los que deben ser tratados bajo el método vacío - presión, con el preservante compuesto de sales CCA-tipo C - factor Oxido 70% y una concentración de 5 %.

La retención del preservante CCA-C en la madera de las crucetas tipo Tornillo debe ser de 3 kg/m<sup>3</sup> como mínimo.

Los accesorios metálicos para postes y crucetas que se utilizarán en líneas primarias son: pernos maquinados, perno-ojo, tuerca-ojo, perno tipo doble armado, espaciador para espigas de cabeza de poste, tubo espaciador, tirafondo, arandelas y otros.

Para el tramo a Rehabilitar; Los postes instalados son de madera de eucalipto, longitud 12m, clase 6, lo que en su mayoría se encuentra en buen estado.

De la evaluación se puede concluir que los postes requieren verticalizar y corregir la cimentación. Las crucetas son de madera sin tratar, por lo que se cambiarán en su totalidad.

**b) Conductor**

El conductor a utilizar es de aleación de aluminio (AAAC) de 120mm<sup>2</sup>; cuya sección del conductor ha sido definida tomando en cuenta los siguientes aspectos: Corrientes de cortocircuito, esfuerzos mecánicos, capacidad de corriente en régimen normal y caída de tensión. Los accesorios de los conductores que se utilizan en las líneas son: grapa de suspensión, grapa de anclaje, grapa de doble vía, varilla de armar, manguito de empalme, manguito de reparación, amortiguadores de vibración y alambre de amarre.

En el tramo de Línea existente a rehabilitar, el conductor actualmente instalado es de 70mm<sup>2</sup> AAAC, el que será reemplazado por el conductor de aleación de aluminio (AAAC) de 120mm<sup>2</sup>; cuya sección del conductor ha sido definida tomando en cuenta los siguientes aspectos: corrientes de cortocircuito, esfuerzos mecánicos, capacidad de corriente en régimen normal y caída de tensión.

Los accesorios de los conductores que se utilizan en las líneas son: grapa de suspensión, grapa de anclaje, grapa de doble vía, varilla de armar, manguito de empalme, manguito de reparación, amortiguadores de vibración y alambre de amarre.

**c) Cable de Guarda**

El cable a utilizar es el cable de acero EHS de ¼"; cuya sección ha sido definida tomando en cuenta los siguientes aspectos: corrientes de cortocircuito y esfuerzos mecánicos. Los accesorios de fijación para el cable de guarda son: grapa de anclaje, grapa de doble vía, varilla de armar, manguito de empalme, manguito de reparación, amortiguadores de vibración y alambre de amarre.

**d) Aisladores**

Según el análisis de selección del aislamiento, se utilizará aisladores de porcelana del tipo pin 56-4 y suspensión 53-2 (Cadena de aisladores compuesta de 03 unidades)

**e) 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. El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no deberá ser menor a 37°. Los cálculos mecánicos de las estructuras y las retenidas se han efectuado considerando este ángulo mínimo. Valores menores producirán mayores cargas

en las retenidas y transmitirán mayor carga de compresión al poste.

Las retenidas estarán compuestas por los siguientes elementos: cable de acero de 10 mm de diámetro, varillas de anclaje con ojal-guardacabo, mordazas preformadas, perno con ojal-guardacabo para fijación al poste y bloque de concreto armado.

En el tramo de Línea existente a rehabilitar, las retenidas y anclajes existentes se retemplarán y se va a completar algunos que tienen el cable de acero suelto o la varilla de anclaje que ha cedido.

Asimismo, se incrementarán en las estructuras de ángulo, terminal y retención con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las estructuras no puedan soportar, debido al cambio de conductor. El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no deberá ser menor a  $37^\circ$ .

Los cálculos mecánicos de las estructuras y las retenidas se han efectuado considerando este ángulo mínimo. Valores menores producirán mayores cargas en las retenidas y transmitirán mayor carga de compresión al poste.

#### **f) Puesta a Tierra**

Las puestas a tierra estarán conformadas por los siguientes elementos: Electrodo de acero recubierto de cobre de longitud 2,4 m, 16 mm  $\varnothing$ , cable de acero galvanizado ¼” EHS para las bajadas de los postes y contrapesos, accesorios de conexión y fijación, los cuales serán tratados con tierra cernida o de cultivo y/o cemento conductor en caso se requiera.

Las Puestas a Tierra serán del tipo PAT-3, de acuerdo a la resistividad del terreno, los que se ubicarán en todas las estructuras, cuyos valores no deberán ser mayor a 25 ohm. En el tramo de Línea existente a rehabilitar, las puestas a tierra instaladas son del tipo contrapeso circular, por lo que se cambiarán en su totalidad, debido a que se instalarán puestas a tierra Tipo PAT-3, en cuales se aplicará tratamiento a los pozos en caso superen los 25 ohm.

#### **g) Material de Ferretería**

Todos los elementos de hierro y acero, tales como pernos, abrazaderas y accesorios de aisladores, será del tipo galvanizado en caliente a fin de protegerlos contra la corrosión. Las características mecánicas de estos elementos han sido definidas sobre la base de las cargas a las que estarán sometidas. En el tramo de línea existente a rehabilitar, todos los elementos de hierro y acero instalado, excepto el brazo de soporte, tales como pernos, abrazaderas y accesorios de aisladores están en buen estado por lo que se

emplearan los existentes, mientras que el brazo de soporte se cambiara por brazos de madera.

### 1.3.4 Aspectos de diseño eléctrico

#### a) Cálculo de Caída de Tensión y Configuración del Sistema Eléctrico

El cálculo de la caída de tensión, pérdidas de potencia y energía, se basan en los siguientes criterios:

- La tensión de salida en 22,9 kV es definida por la SE
- El porcentaje de caída de tensión no deberá exceder  $\pm 5\%$  de la tensión nominal, se recomienda que el porcentaje de pérdida de energía no exceda el 3% de la potencia a transmitir.

### 1.3.5 Aspectos de diseño mecánico

#### a) Cálculo Mecánico de Conductores y Cable de Guarda

Los conductores de fase para las líneas aéreas serán desnudos, de aleación de aluminio AAAC, fabricados según las prescripciones de las normas ASTM B398, ASTM B399 o IEC 1089. La sección a utilizar es 120 mm<sup>2</sup> AAAC determinado a partir del análisis del sistema eléctrico involucrado. El cable de guarda será de acero galvanizado del tipo EHS – 23 (1/4" de diámetro), las características se muestran en la tabla 1.2.

**Tabla 1.2 Características Técnicas de los Conductores**

Nombre	Material	Sección mm <sup>2</sup>	Diám mm	Coef de dilatacion 1/°C	M.U. daN/m	T.R. kN	EoN/mm <sup>2</sup>	Nº de hilos
Al 120 mm <sup>2</sup>	AAAC	120	14,25	0,0000230	0,333	35,55	60801,23	19
EHS-23	A°G°	22,7	6,35	0,0000115	0,180	29,62	186326,35	7

Asimismo, se considera lo siguiente:

- El esfuerzo EDS (esfuerzo de cada día) inicial se utiliza para la preparación de la tabla de tensado.
- El esfuerzo EDS final se utiliza en la determinación de la posición de amortiguadores.
- El esfuerzo EDS final no es constante, sino variable con la longitud del vano. El EDS debe calcularse tomando en cuenta: E módulo de elasticidad final La deformación permanente (permanent set) y efecto Creep.

**Tabla 1.3 Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductor AAAC y Cable de Guarda**

Hipótesis	Unid	I Mayor Duración	II Mín. Temp y Hielo	III Máx Viento	IV Hielo y Viento	V Máx. Temp.
Temperatura	°C	5	-5	0	-5	40
Velocidad de Viento	km/h	0	0	90	45	0
Espesor de Hielo	mm	0	10	0	5	0
Esfuerzo del Tiro de Rotura.	%	Inicial=18% final=16%	60	60	60	60

Se considera 14% de EDS final para el cable de guarda

Los conductores de las líneas se han templado a EDS inicial de 18%, haciendo la distribución de estructuras a un EDS final de 16%, para garantizar la distancia de seguridad al terreno al final del horizonte del proyecto. Asimismo, la relación de flechas del cable de guarda con respecto al conductor de fase será de 0,8 a 0,9.

#### b) **Diseño Mecánico de las Estructuras**

Para el cálculo mecánico de estructuras se han considerado las siguientes cargas:

- Cargas horizontales: Carga debida al viento sobre los conductores y las estructuras y carga debido a la tracción del conductor en ángulos.
- Cargas verticales: Carga vertical debida al peso de los conductores, aisladores, crucetas, peso adicional de un hombre con herramientas y componente vertical transmitida por las retenidas en el caso que existieran. Se determinará el vano peso en cada una de las estructuras y para cada una de las hipótesis de diseño.
- Cargas longitudinales: Cargas producidas por cada uno de los vanos a ambos lados de la estructura y para cada una de las zonas e hipótesis de diseño. En el caso de rotura de conductor, se han considerado cargas longitudinales equivalentes al 50 % del tiro máximo del conductor, Los factores de seguridad son: En condiciones normales, 1.5, En condiciones de falla, 1.2.

#### c) **Tipos de Estructuras**

Las estructuras de las líneas primarias están conformadas por postes de madera de pino importado y tienen la configuración de acuerdo con la función que van a cumplir.

Los parámetros que definen la configuración de las estructuras y sus características mecánicas son:

- Distancia mínima al terreno en la condición de máxima temperatura
- Distancia mínima entre fases en la condición de máxima temperatura
- Angulo de desvío topográfico
- Vano – viento y Vano – peso para las cuatro hipótesis de trabajo del conductor

Las estructuras a ser utilizadas se han elaborado tomando como base las normalizadas por [DGE03] y [RUS98].

#### **1.4 Servidumbre**

El ancho de la faja de servidumbre para la Línea Primaria, por la cual se debe indemnizar a los propietarios de los terrenos afectados es de 11m (5,5m a cada lado del eje de la línea). Previamente a los trabajos de montaje electromecánico se elaborará el Expediente de Gestión de Servidumbre y el propietario de la línea efectuará el pago a los afectados. La imposición de servidumbre se efectuará de acuerdo a lo indicado en la Regla 219.B. Requerimientos de la faja de servidumbre del Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011 [CNE11].

#### **1.5 Planos Generales del Proyecto**

Para mayor referencia del proyecto, se presentan los siguientes planos: Plano de ubicación (GEN-01), Trazo de Ruta (GEN-02) y Diagrama Unifilar (GEN-03).

## **CAPITULO II**

### **LINEAMIENTOS PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LA LÍNEA PRIMARIA A GRANDES ALTURAS**

Las descargas tipo rayo son la mayor causa de fallas de las líneas aéreas típicas de distribución. La creciente preocupación por la calidad de la energía eléctrica ha creado aún más interés en las descargas atmosféricas y el mejoramiento de las protecciones contra las descargas tipo rayo de las líneas aéreas de distribución está siendo considerado como una forma de reducir el número de interrupciones momentáneas y las disminuciones de tensión.

Las descargas atmosféricas tipo rayo causan generalmente fallas temporales en las líneas aéreas de distribución. Si la falla es aclarada por un interruptor o por un equipo de recierre (recloser), el circuito será cerrado exitosamente. En el pasado esto era aceptable, pero ahora con la proliferación de cargas sensitivas, las interrupciones momentáneas son una gran preocupación.

Las descargas atmosféricas tipo rayo pueden causar también fallas permanentes. Se cree que de las fallas causadas por descargas atmosféricas del 5% al 10% causan daño permanente al equipo. Las fallas temporales pueden causar interrupciones permanentes si la falla es aclarada por un elemento de protección de un disparo, tal como un fusible. Estimar el comportamiento ante las descargas tipo rayo de una línea de distribución tiene mucha incertidumbre.

Estimar el número de descargas a una línea puede tener errores muy significativos, muchas veces las estimaciones preliminares o prácticas generalmente aceptadas pueden ser tan efectivas y tener cálculos muy detallados. En este informe se trata de presentar una metodología para la estimación del cálculo de fallas causadas por descargas tipo rayo y la efectividad de varias opciones de mejoramiento.

Los resultados que se obtengan pueden ser utilizados para comparar la protección mejorada para descargas tipo rayo con otros métodos de mejoramiento de la confiabilidad

del sistema y de la calidad de la energía tales como los programas de corte de ramas de los árboles cercanos o esquemas de protección mejorados tales como el uso de equipos de recierre (recloser) o seccionadores.

## **2.1 Descripción del Estándar IEEE Std 1410™-2004**

El estándar contiene información sobre los métodos para mejorar el comportamiento bajo descargas tipo rayo de las líneas aéreas de distribución. Esta guía reconoce que no existe un diseño de línea perfecto y que se deben hacer una serie de compromisos en cada diseño de línea de distribución. Mientras que algunos parámetros tales como la tensión, el trazado y la capacidad pueden ser predeterminados, otras decisiones son tomadas a criterio del diseñador.

El diseñador o proyectista puede ejercer control sobre el material y la geometría de la estructura, el apantallamiento y los sistemas de protección, la cantidad de aislamiento, el sistema de puestas a tierra y la colocación de pararrayos.

Este estándar ayudará al diseñador de líneas de distribución a optimizar el diseño de la línea a la luz de las consideraciones costo - beneficio.

## **2.2 Parámetros de las Descargas Atmosféricas**

La línea  $3\phi$ -22,9kV parte de la SE Ananea – Untuca – Llactapata llega a la unidad minera Untuca con altitudes de 3900 a 4700 msnm.

Dicha zona está propensa a intensas descargas atmosféricas (rayos), principalmente en zonas desprotegidas, como aquellas donde no existan cerros o bosques cercanos que la protejan.

Para incrementar la confiabilidad del servicio eléctrico, se deberá tomar medidas correctivas en el aislamiento de la línea, que estén dirigidas a la obtención de blindajes a un costo razonable.

La forma de realizar ese blindaje es valiéndose de la tierra como conductor integrante del mismo adicionando, superiormente, cables (llamados de guarda) conectados entre sí y al conductor de tierra en forma eficaz, es decir mediante frecuentes interconexiones de baja resistencia.

En consecuencia, la técnica respectiva consistirá en determinar el tipo y ubicación de los cables de guarda, además de lograr que la tierra se comporte como conductor aceptable.

A continuación se hace un análisis de probabilidad de flameo (flashover) de la Línea Primaria que pueda provocar su salida fuera de servicio, de acuerdo al [IEEE2004].

### 2.2.1 Incidencias de Descargas Atmosféricas

Las descargas atmosféricas ocurren durante las tempestades, las ventiscas de nieve y otros fenómenos naturales. Sin embargo, en la mayor parte de las áreas, las tempestades son la fuente principal de las descargas atmosféricas. Las tempestades producen descargas atmosféricas dentro de la nube, nube a nube y nube a tierra. Las descargas atmosféricas dentro de la nube son las más frecuentes, pero las descargas atmosféricas nube a nube afectan las líneas aéreas de distribución. En la figura 2.1 se muestra el mapa de niveles isoceráunicos del Perú. El nivel ceráunico es una indicación de la actividad regional de las descargas atmosféricas basada en cantidades promedio derivadas de los niveles de observación históricamente disponibles.

La confiabilidad de una línea de distribución es dependiente de su grado de exposición a las descargas atmosféricas, para determinarlo es necesario conocer el número anual de rayos por unidad de área y unidad de tiempo, esta densidad de descargas a tierra ( $N_g$ ) puede ser estimada por la siguiente ecuación:

$$N_g = 0.04T_d^{1.25}[(descargas/km^2)/año] \quad (2.1)$$

Donde:

$T_d$ : Nivel ceráunico (días de tormentas por año)

Se puede apreciar el mapa del Perú con los niveles isoceráunicos en el Anexo D.6.

### 2.3 Comportamiento de las Líneas aéreas ante Descargas Atmosféricas

Esta sección describe como se estima el número de flameos directos e inducidos para circuitos de distribución.

Las descargas tipo rayo pueden explicar muchas de las interrupciones de energía en las líneas de distribución. Dichas descargas pueden causar flameos por:

- Descargas directas
- Tensiones inducidas por descargas cercanas

Las descargas directas sobre líneas de distribución de energía generan en la mayoría de los casos. Por ejemplo, un rayo tan pequeño como de 10kA podría producir una sobretensión de cerca de 2000kV, la cual está excesivamente distante de los niveles de sobretensión de líneas que operan hasta 69kV. Sin embargo, la experiencia y las observaciones muestran que muchas de las salidas relacionadas con las descargas tipo rayo de las líneas de bajo aislamiento son ocasionadas por rayos que chocan con tierra en las proximidades de la línea. Muchas de las tensiones inducidas por rayos en líneas de distribución que terminan cerca de la línea son inferiores a 300kV. Los rayos pueden ser

recolectados por objetos muy altos, de tal modo que la altura y la distancia de la línea de distribución a puntos de resguardo tales como árboles y edificios tendrá influencia en el comportamiento de la línea ante las descargas tipo rayo.

### 2.3.1 Descargas tipo rayo en Líneas Aéreas

#### a) Altura de la estructura

Las descargas atmosféricas pueden tener un efecto muy significativo en la confiabilidad de una línea, especialmente si sus postes son más altos que el medio que la rodea. La mayoría de los rayos son captados por las estructuras más altas. La tasa de incidencia de rayos en campo abierto (sin árboles o edificios cercanos, tal como es nuestro caso) se puede estimar con la ecuación de Eriksson:

Para estimar el número de descargas directas en la línea ( $N$ ) se usa la ecuación de Eriksson:

$$N = N_g \left( \frac{28h^{0.6} + b}{10} \right) \quad (2.2)$$

Donde:

$h$ : Altura del poste (m)

$b$ : Ancho de estructura (m)

$N_g$ : Densidad de descargas (rayos/km<sup>2</sup>/año)

$N$ : Tasa de captación de rayos (rayos/100km/año)

Este es el numero descargas directas para la línea desprotegida, razón por la cual se hace necesario instalar un sistema de blindaje adecuado (cable de guarda, puesta a tierra y aislamiento)

### 2.3.2 Flameos (flashovers) por Tensiones Inducidas

De acuerdo a la ecuación de Rusck, la máxima tensión inducida en una línea de transmisión ( $V_{max}$ ) puede ser estimada con:

$$V_{max} = 38.8 \frac{I_o h_a}{y} \quad (2.3)$$

Donde:

$I_o$ : Corriente pico de descarga.

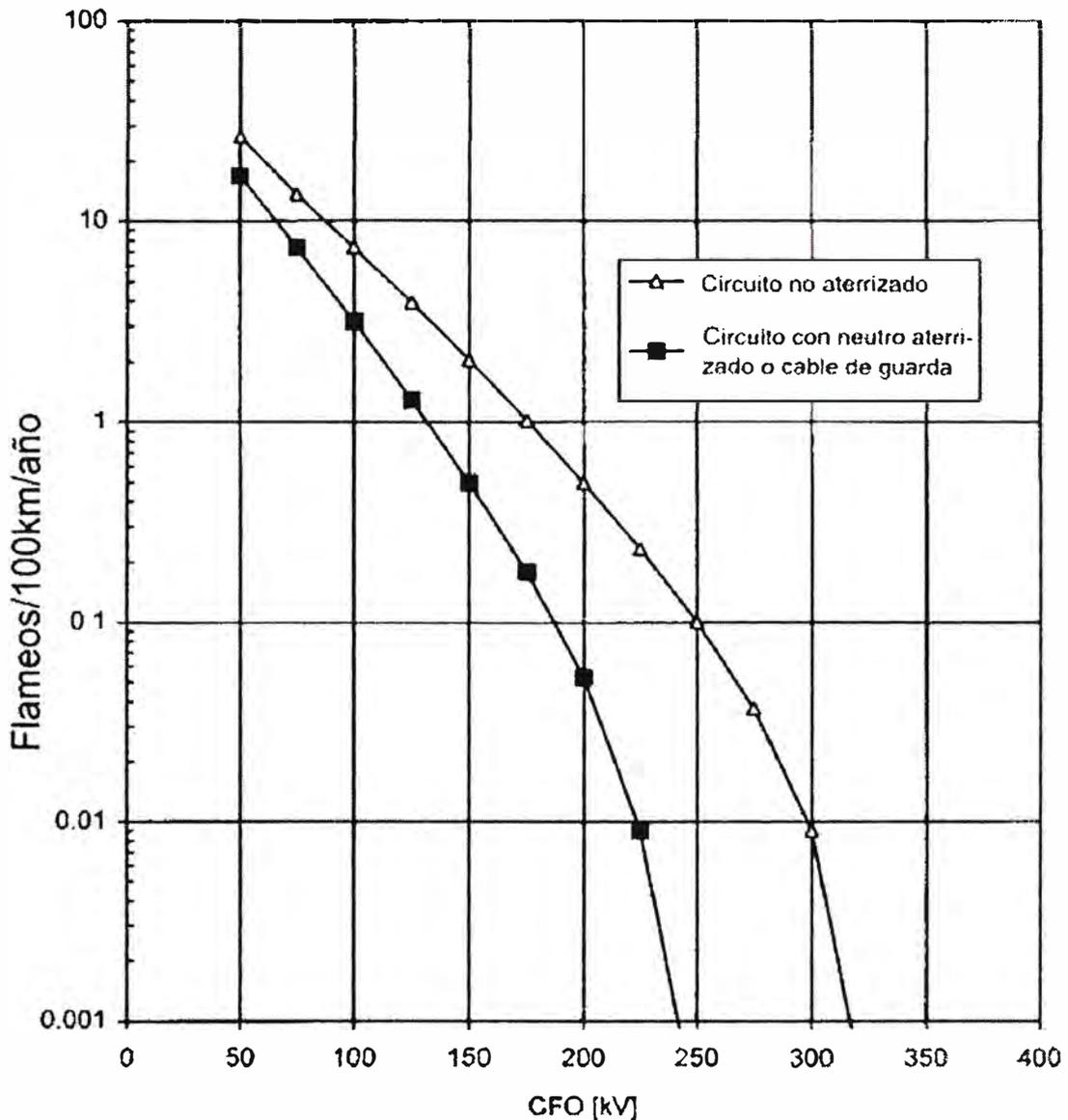
$h_a$ : Altura promedio de la línea sobre el nivel del terreno.

$y$ : Distancia más corta entre la línea y el punto de caída del rayo.

La ecuación 2.3 es utilizada para un conductor simple, infinitamente largo sobre una tierra perfectamente conductora. Un cable neutro a tierra o un cable protegido en la

parte alta reducirán la tensión a través del aislamiento por un factor que depende de las puestas a tierra y de la proximidad del cable de tierra a las fases conductoras. Este factor varía típicamente entre 0.6 y 0.9.

La frecuencia de flameo por las tensiones inducidas puede aumentarse dramáticamente para los bajos niveles de aislamiento. La figura 2.1 presenta la frecuencia de flameo como una función de la tensión de flameo de impulso crítico (*critical flashover overvoltage, CFO*), mantendremos el término CFO en inglés para este informe.



**Fig 2.1 Número de flameos por tensiones inducidas versus CFO de la línea**

La figura 2.2 muestra resultados para dos configuraciones de puestas a tierra. El circuito sin conexión a tierra no dispone de cable de neutro a tierra ni del cable protegido.

Los resultados para un circuito con puestas a tierra son los de un circuito con un cable neutro a tierra o un cable de guarda. El circuito con puestas a tierra presenta muy

pocos flameos para un CFO dado debido a que el cable de puesta a tierra reduce el esfuerzo de la tensión a través del aislamiento. Los valores están normalizados para una densidad de descargas,  $N_g$ (descarga /km<sup>2</sup>/año) y una altura de la línea de distribución de 10 m.

En campo abierto, las tensiones inducidas serán un problema solamente para líneas con muy bajos niveles de aislamiento. Por ejemplo, el número de flameos por tensiones inducidas excederá el número de flameos por descargas directas para un circuito sin puestas a tierra solamente si el CFO es inferior a 75kV (de la figura 2.2). En áreas protegidas, los flameos generados por tensiones inducidas son los de mayor preocupación. Típicamente, una suposición que se utiliza para líneas de distribución es que si la tensión de flameo de impulso crítico es mayor o igual a 300kV los flameos por tensiones inducidas serán eliminados. Casi todas las mediciones de tensiones inducidas han sido inferiores a 300kV, y la figura 2.2 indica que una línea con la tensión de flameo de impulso crítico CFO mayor de 300kV tendrá muy pocos flameos generados por tensiones inducidas.

#### **2.4 Nivel de Aislamiento de la Línea Primaria**

Con estos lineamientos se pretende optimizar las capacidades de los aislantes ante las descargas tipo rayo en las líneas aéreas de distribución. Muchas de las construcciones aéreas utilizan más de un material aislante para protección contra las descargas atmosféricas.

Los componentes más comunes utilizados en la construcción de líneas aéreas de distribución son porcelana, aire, madera, polímero y fibra de vidrio. Cada elemento tiene su propia capacidad de aislamiento. Cuando los materiales aislantes se utilizan en serie el nivel de aislamiento resultante no es la suma de los niveles asociados con los componentes individuales, sino que es algo menos que dicho valor.

Los siguientes factores afectan los niveles de flameo ante descargas tipo rayo de líneas de distribución y dificultan estimar el nivel de aislamiento total:

- Condiciones atmosféricas tales como densidad del aire, humedad, precipitación pluvial y contaminación atmosférica.
- Polaridad y velocidad de incremento de tensión.
- Factores físicos tales como forma del aislador, forma del herraje metálico, y configuración del aislador (montado verticalmente, horizontalmente o en ángulo).

Si existe madera en la trayectoria de descarga del rayo, el efecto del rayo sobre la capacidad de aislamiento puede ser muy variable dependiendo principalmente de la humedad en la superficie de la madera. La capacidad de aislamiento depende en un menor grado de las dimensiones físicas de la madera.

Los resultados de este informe están dados en términos de la tensión de flameo de impulso crítico, CFO, de estas combinaciones. La tensión de flameo de impulso crítico se define como el nivel de tensión al cual estadísticamente existe el 50% de probabilidad de flameo. Este valor es un punto definible en el laboratorio. Si se asume que los datos de flameo presentan una distribución de Gauss, entonces cualquier probabilidad específica de no flameo puede calcularse a partir de la tensión de flameo de impulso crítico y de la desviación estándar.

#### **2.4.1 Tensión de Flameo del Impulso Crítico (CFO) de aislamiento combinado**

Desde tiempos lejanos los ingenieros electricistas han estado construyendo líneas de distribución utilizando crucetas y postes de madera en serie con aisladores básicos para aumentar la resistencia al impulso tipo rayo del aislamiento de la línea de distribución. A comienzos de 1930, se presentaron una gran cantidad de documentos donde los aisladores fueron ensayados en combinación con madera. Apareció una pregunta acerca de cuanto tensión de aislamiento ante descargas tipo rayo agregaba la madera al aislamiento primario (el aislador). Una respuesta parcial llegó después de investigaciones en muchos laboratorios, y los resultados fueron publicados en las décadas de 1940 y 1950. Un resumen general de los trabajos previos sobre tensión de flameo de impulso crítico, CFO, que presentado en el reporte del Comité de AIEE de 1950 y en un nuevo reporte en 1956, sin embargo, estos resultados tenían aplicación principalmente en líneas de transmisión y no en la construcción de líneas de distribución. En las líneas aéreas de distribución, el aislamiento más débil está generalmente en una estructura del poste más que entre conductores a través del aire.

Más recientemente, las investigaciones sobre combinaciones de multi dieléctricos utilizados en sistemas de energía eléctrica han continuado, estas investigaciones tienen que ver con líneas de distribución y de transmisión y los niveles de tensión que soporta la madera cuando se somete a impulsos tipo rayo, tipo maniobra y frente de onda escarpado.

Últimamente, han sido introducidos a las líneas de distribución aisladores poliméricos y crucetas de fibra de vidrio.

### 2.4.2 Cálculo de CFO de estructuras con aislamiento en serie

Los estudios han indicado que un (1) metro de madera o de fibra de vidrio agregan aproximadamente 330 – 500kV a la resistencia al impulso del aislamiento total. Para longitudes superiores, la capacidad de aislamiento tipo rayo de la cruceta de madera o de fibra de vidrio y la combinación con el aislador están determinadas principalmente por la sola cruceta de madera o de fibra de vidrio. El aislamiento de tensión alterno se obtiene para el aislador solo y la cruceta de madera o de fibra de vidrio se considera como aislamiento adicional para tensión de descarga tipo rayo.

Cuando la trayectoria de descarga tipo rayo a tierra no incluye una cruceta de madera o de fibra de vidrio, pero envuelve dos o más tipos de aisladores en serie, el CFO de la combinación no se obtiene simplemente sumando los CFO individuales de los componentes. Los CFO de estos aislamientos combinados son controlados por un número de factores diferentes, cada uno de los cuales requiere un análisis individual. Hoy en día, existen muchas diferentes combinaciones y configuraciones utilizadas por las compañías operadoras.

El método del CFO – aditivo extendido puede usarse para estimar el CFO de una estructura de distribución:

- Determinando la contribución de cada componente individual del aislamiento al CFO total de la combinación.
- Estimando el CFO total de la combinación, conociendo el CFO de los componentes aislantes.

Esto puede hacerse utilizando tablas y curvas que muestren los datos experimentales disponibles y utilizando estos datos para relacionar el efecto de un material adicionado a otro. Este procedimiento considera válidos los datos característicos del CFO del aislamiento base y un grupo adicional de datos dados como el CFO adicionado por un componente específico.

En aquellas configuraciones en las cuales aparecen dos componentes, el CFO de la combinación es mucho más bajo que la suma de los CFO individuales. El aislador se considera como el aislamiento primario o aislamiento básico.

El tensión de flameo de impulso crítico (CFO), obtenido por configuraciones consistentes de dos componentes se calcula como el CFO del componente básico más el CFO adicionado por el segundo componente.

El CFO total calculado para dos componentes es:

$$CFO_T = CFO_{ins} + CFO_{add.seg} \quad (2.4)$$

Donde:

$CFO_{ins}$ : Es el CFO del componente primario.

$CFO_{add.seg}$ : Es el CFO adicionado por el segundo componente.

El CFO total calculado para tres o más componentes es:

$$CFO_T = CFO_{ins} + CFO_{add.sec} + CFO_{add.third} + \dots + CFO_{add.nth} \quad (2.5)$$

Donde:

$CFO_{add.ter}$ : Es el CFO adicionado por el tercer componente.

$CFO_{add.n-esimo}$ : Es el CFO adicionado por el  $n$ -ésimo componente.

**Tabla 2.1 Aislamiento Primario ( $CFO_{ins}$ )**

Aisladores		kV
Tipo Espiga	ANSI 55-4	105
	ANSI 55-5	120
	ANSI 55-6	140
Porcelana tipo suspensión	1. 10.2 cm (4")	75
	2. 10.2 cm (4")	165
	3. 10.2 cm (4")	250

**Tabla 2.2 CFO segundo componente adicionado ( $CFO_{add.seg}$ )**

Segundo Componente	Como primer componente de	kV/m
Cruceta de madera	Aislador tipo pin vertical	250
Cruceta de madera	Aislador de suspensión vertical	160
Cruceta de madera	Aislador de suspensión horizontal	295
Poste de madera	Aislador tipo pin vertical	235
Poste de madera	Aislador tipo suspensión	90
Cruceta de fibra de vidrio	Aislador	250
Poste integral de fibra de vidrio	Aislador	315

**Tabla 2.3 CFO tercer componente adicionado ( $CFO_{add.ter}$ )**

Tercer Componente	kV/m
Poste de Madera	65

Poste integral de Fibra de Vidrio	200
-----------------------------------	-----

El uso de este método para el cálculo del CFO y las tablas dadas en esta guía darán respuesta generalmente dentro de un  $\pm 20\%$  de error. Estimaciones más seguras se logran con los siguientes métodos:

- Efectuar pruebas de impulso en el laboratorio de la estructura en estudio, bajo condiciones húmedas.
- Efectuar pruebas de impulso bajo condiciones secas y multiplicar los valores obtenidos por 0.8 para estimar el CFO en condiciones húmedas.

## 2.5 Protección con Cable de Guarda para las Líneas de Distribución

Los cables de guarda son conductores conectados a tierra y colocados sobre los conductores de fase para interceptar las descargas tipo rayo las cuales podrían caer directamente sobre las fases. La corriente de la descarga tipo rayo es desviada a tierra a través de una línea de tierra en el poste. Para que sea efectivo, el cable de guarda deberá tener su puesta a tierra en cada poste. La corriente de la onda de descarga tipo rayo que fluye a través de la impedancia a tierra del poste causa un aumento de potencial que da como resultado una gran diferencia de potencial entre la línea de tierra y los conductores de fase. La diferencia de potencial puede generar un flameo inverso a través del aislamiento de la línea de tierra a uno de los conductores de fase.

El fenómeno del flameo inverso es una exigencia sustancial para la efectividad del cable de guarda en aplicaciones de la línea de distribución. Los cables de guarda proveerán una protección efectiva solamente si:

- Se utilizan buenas prácticas de diseño del aislamiento para proveer suficiente CFO entre la línea de tierra y los conductores de fase.
- Se obtienen bajas resistencias a tierra en el poste.

La figura 2.2 puede ser usada para estimar el número de flameos inducidos para un diseño con cable de guarda. Para circuitos de distribución de tres fases, agregar el cable de guarda reducirá el número de flameos inducidos.

Puesto que el cable de guarda está sólidamente puesto a tierra, eliminará las tensiones en los conductores de fase a través del acople capacitivo.

Mientras más cercanos estén los conductores de fase del cable de guarda, mejor el acople y mucho más bajas serán las tensiones inducidas, cabe mencionar que adicionar un

cable de guarda por debajo de los conductores de fase tendrá aproximadamente el mismo efecto que un cable de guarda por encima.

En un sistema de cuatro cables, con múltiples puestas a tierra, reemplazar el cable del neutro con un cable de guarda por encima, no reducirá el número de flameos inducidos. Sin embargo, teniendo ambos, un cable de guarda y un cable de neutro mejorarán en algún grado su comportamiento.

El costo de incluir el cable de guarda en el diseño de una línea de distribución puede ser sustancial. Adicional al costo del conductor, las varillas de tierra, y aislamiento adicional, las alturas del poste deben ser mayores para soportar el cable de guarda de tal manera que exista el adecuado ángulo de apantallamiento entre el cable de guarda y los conductores de fase más externos. La mayor altura de la estructura atraerá más descargas directas, y esto compensará ligeramente algunas de las reducciones en las tasas de flameo generadas por el apantallamiento. A pesar del costo y las dificultades del diseño, los cables de guarda han sido utilizados por varias empresas de energía con gran éxito.

### **2.5.1 Ángulo de Apantallamiento**

Para asegurar que todas las descargas tipo rayo terminen en el cable de guarda en lugar de que ocurra en los conductores de fase, un ángulo de apantallamiento de  $45^\circ$  o menos, es recomendado. Esto es válido solamente para líneas de distribución con estructuras más altas requieren ángulos de apantallamiento inferiores.

El estándar en su versión 2004 considera que en zonas donde el ángulo de apantallamiento de  $45^\circ$  ha funcionado adecuadamente, esta práctica debe continuar, pero para las nuevas construcciones un ángulo de apantallamiento de  $30^\circ$  deber ser considerado.

### **2.5.2 Requerimientos del Aislamiento**

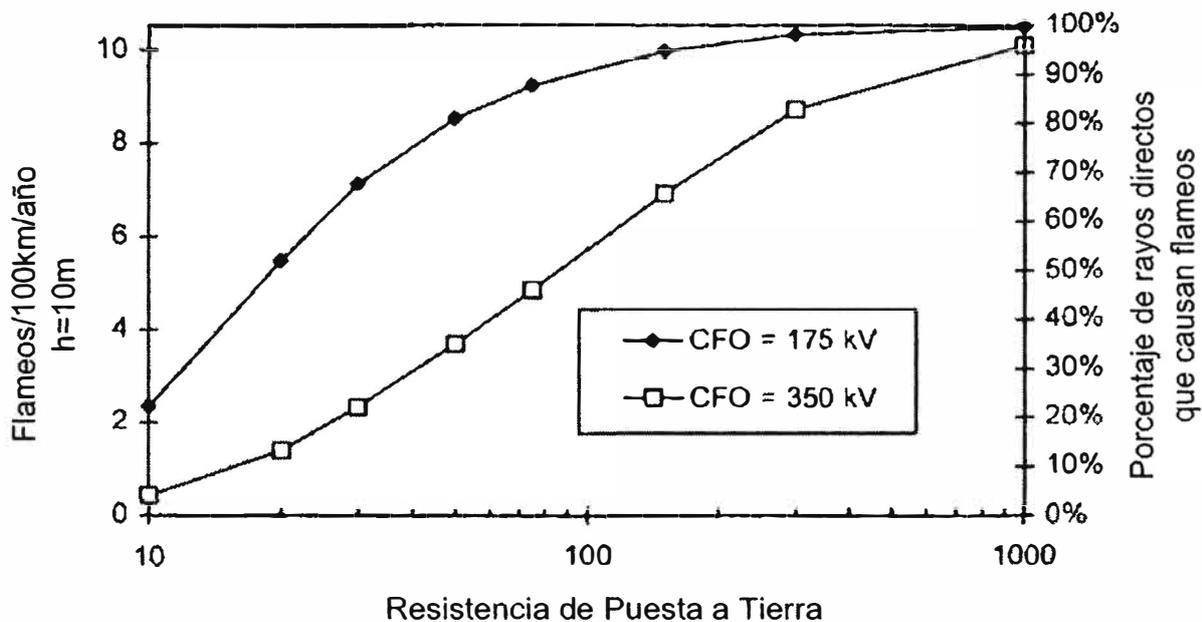
La efectividad del cable de guarda en las líneas de distribución depende en gran parte del aislamiento disponible entre la línea de tierra y los conductores de fase. Si la línea de tierra está en contacto con el poste en toda su altura, es difícil proveer un adecuado aislamiento. En un poste de madera, generalmente es necesario aislar la línea de tierra del poste en la vecindad de los aisladores de fase y las crucetas. Esto puede lograrse utilizando varillas de fibra de vidrio, o soportes montados horizontalmente en el poste para sostener el cable de guarda 30 – 60 cm alejado del poste. El CFO de la línea de tierra a la fase más cercana es el valor más limitante de varias trayectorias. Se debe tener precaución de aislar los cables tensores (retenidas) para obtener el necesario CFO. Un

CFO en exceso de 250 – 300kV es necesario para tener una aplicación efectiva de cable de guarda. Utilizando separadores para la línea de tierra, no es difícil lograr el nivel de aislamiento en las líneas de distribución.

### 2.5.3 Efecto del Aterramiento y el Nivel de Aislamiento.

La efectividad del cable de guarda es altamente dependiente de las puestas a tierra. Para que el diseño de un cable de guarda sea efectivo, las resistencias a tierra deben ser menores a 10 Ohmios si el CFO es menor de 200kV. Si se presta atención al nivel de aislamiento y el CFO es de 300 – 350 kV, una resistencia de puesta a tierra de 40 Ohmios generará un comportamiento similar.

El cable de guarda deberá tener su conexión a tierra en cada poste para resultados efectivos. La figura 2.2 muestra el comportamiento ante descargas directas y el efecto de puestas a tierra con un ejemplo de una simulación en computador de un cable de guarda con CFO de 175kV y de 350kV.



**Fig 2.2 Efecto de la Puesta a Tierra en el comportamiento del cable de guarda (descargas directas)**

### 2.5.4 Cables de Guarda y Parrarayos

Para eliminar efectivamente los flameos, deberán utilizarse pararrayos en cada poste y en cada fase conjuntamente con el cable de guarda. Los pararrayos protegerán el aislamiento contra flameos inversos. El cable de guarda desviará la mayoría de la corriente a tierra, de tal manera que los pararrayos no estarán sometidos a una alta energía absorbida. Los pararrayos permiten que el diseño del cable de guarda sea menos

dependiente del nivel de aislamiento y la puesta a tierra, sin embargo se debe hallar un equilibrio de costo – beneficio para la adición de estos elementos.

## **2.6 Pararrayos para la protección de Líneas de Distribución.**

Los pararrayos de distribución son utilizados eficazmente para proteger equipos tales como transformadores y reguladores. La función de estos pararrayos es de presentar altas impedancias bajo las tensiones normales de operación y llegar a tener muy bajas impedancias durante las condiciones de la descarga tipo rayo. El pararrayos conduce la corriente a tierra mientras que está limitando la tensión del equipo a la suma de la tensión de descarga del pararrayos más la tensión inductiva desarrollado por la corriente de descarga en la línea del pararrayos y en la línea de tierra.

Los pararrayos pueden ser utilizados para proteger el aislamiento de las líneas de distribución previniendo flameos e interrupciones del circuito. Varios tipos diferentes de pararrayos se tienen disponibles (por ej. Carburo de silicio gapped, óxido metálico gapped or non gapped). Desde el punto de vista de protección del aislamiento de una línea de distribución, todos se comportan de manera similar. Las diferencias en las características de la tensión de descarga causarán pequeña diferencia en la protección del aislamiento, puesto que existe un margen considerable.

### **2.6.1 Consideraciones en la longitud del cable de conexión del pararrayo**

El cable de conexión del pararrayos que conecta la línea de distribución y los terminales de puesta a tierra de los pararrayos del equipo que ellos protegen contienen una pequeña cantidad de inductancia inherente. Esta inductancia puede causar  $L(di/dt)$  caídas de tensión que aparecen a través del cable que conduce la corriente de la descarga tipo rayo.

Cualquier caída de tensión a través del cable de conexión del pararrayos se sumará a la tensión de descarga del pararrayos. Este aumentará la tensión que aparece a través del dispositivo protegido por el pararrayos.

El efecto de la longitud del cable de conexión del pararrayos en la protección del aislamiento de la línea de distribución no es tan significativo como lo es con la protección del equipo. Para equipo que está por encima el margen es generalmente muy alto. Igualmente, el aislamiento de la línea es generalmente mucho mayor que el nivel básico de aislamiento, BIL, estándar del equipo. Por supuesto, es siempre una buena práctica mantener los cables de la línea de distribución del pararrayos y las puestas a tierra tan cortas y rectas como sea posible.

### 2.6.2 Flameos por descargas indirectas

Los pararrayos pueden reducir enormemente las ratas de flameo debidas a tensiones inducidas por descargas tipo rayo en áreas cercanas. La figura 2.3 muestra los resultados para un nivel de aislamiento de 150kV de un circuito sin puestas a tierra. Observe que espaciamientos relativamente amplios entre pararrayos pueden reducir significativamente flameos por tensiones inducidas, (8tramos generan al menos 25% de reducción). En muchos circuitos de distribución con transformadores, los pararrayos utilizados para proteger los transformadores pueden proveer una protección significativa a los flameos inducidos.

Los pararrayos pueden ser aún más efectivos para reducir flameos inducidos si son utilizados para proteger postes con pobres niveles de aislamiento. Estos “mecanismos débiles” pueden incluir cortacircuitos, postes terminales de línea, o postes de cruce. Instalar pararrayos en estos postes puede ser mucho más efectivo en costos que mejorar el nivel de aislamiento.

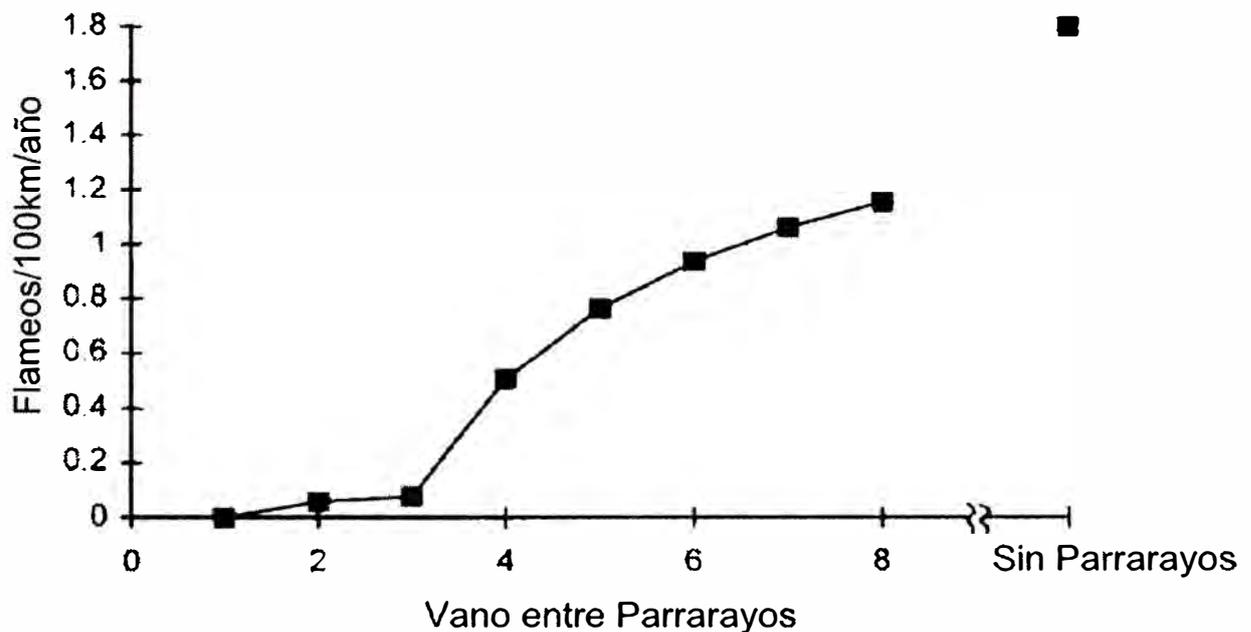
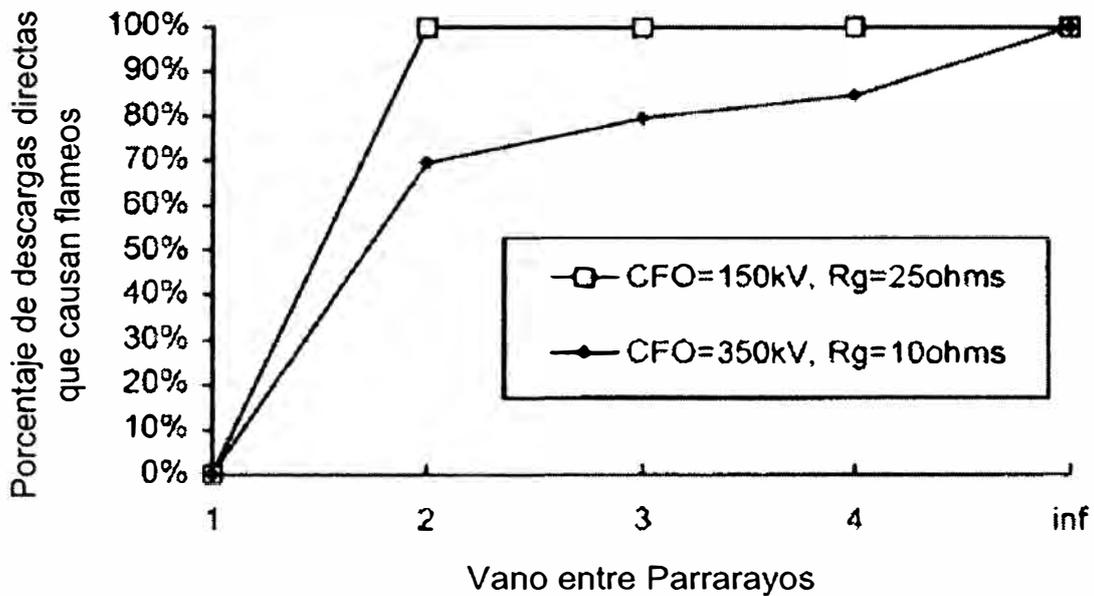


Fig. 2.3 Espaciamiento entre pararrayos para flameos por tensiones inducidas

### 2.6.1 Flameos por descargas directas

La protección contra las descargas directas es difícil debido a las altas corrientes de la onda de impulso, a lo empinado de la pendiente de incremento de tensión y al alto contenido de energía de las descargas tipo rayo. En teoría, los pararrayos pueden proteger eficazmente contra descargas directas, pero ellos deben ser utilizados en intervalos muy

cortos (virtualmente cada poste). La figura 2.6 muestra un estimativo para espaciamiento entre pararrayos con el fin de proteger contra descargas directas. El análisis en la figura 2.4 asume que el cable de neutro está puesto a tierra en cada poste. El alto número de flameos puede ser engañoso de acuerdo a la figura 2.6, donde el cable de neutro no está conectado a tierra, excepto en los postes en los cuales los pararrayos están aplicados a todas las fases y el aislamiento neutro a tierra es alto.



**Fig. 2.4 Espaciamiento entre pararrayos para flameos por descargas directas**

## 2.7 Aplicación de la estándar IEEE 1410 en Línea Primaria 22.9kV en estudio

### 2.7.1 Cálculo del CFO para diferentes trayectorias en el diseño de armados 22,9kV.

Se ha calculado las trayectorias de acuerdo a la geometría de los armados de la línea Primaria en 22.9kV mostrados en el capítulo IV.

#### a) Para el Armado GS1-3 (0-5°) y GA1-3 (5-30°)

Del conductor (N° 01) más próximo al cable de guarda al cable de cobre que baja para la puesta a tierra.

**Tabla 2.4 Cálculo de CFO el armado GS1 (0-5°) y GA1 (5-30°)**

Componente	CFO
Aislador Pin ANSI 56-4	200kV
Cruceta de madera (2,40m)	250kV/m x 1,2m=300kV

CFO Total	500kV
CFO Total (corregido por altitud)	347kV

Del conductor (N° 02) ubicado en la cruceta de 2,40 m al cable de cobre que baja para la tierra (Recorrido por la cruceta)

**Tabla 2.5 Cálculo de CFO el armado GS1 (0-5°) y GA1 (5-30°)**

Componente	CFO
Aislador Pin ANSI 56-4	200kV
Cruceta de madera (2,40m)	$250\text{kV/m} \times 1,2\text{m} = 300\text{kV}$
CFO Total	500kV
CFO Total (corregido por altitud)	347kV

Del conductor N° 03 ubicado en la cruceta de 2,40 m - cable de cobre que baja para la puesta a tierra (Recorrido por la riostra de madera)

**Tabla 2.6 Cálculo de CFO el armado GS1 (0-5°) y GA1 (5-30°)**

Componente	CFO
Aislador Pin ANSI 56-4	200kV
Cruceta de madera (2,40m)	$250\text{kV/m} \times 0,6\text{m} = 150\text{kV}$
Riostra de madera	$65\text{kV/m} \times 0,7\text{m} = 4.5\text{kV}$
CFO Total	396kV
CFO Total (corregido por altitud)	275kV

**b) Soporte de Retención GR-3**

Se están usando tres aisladores de suspensión tipo 52-3 para cada cadena. Aislamiento del conductor de fase en cruceta de 1,20 sobre el pin más próximo al cable de guarda-conductor de cobre para puesta a tierra.

**Tabla 2.7 Cálculo de CFO en el soporte de retención GR-3**

Componente	CFO
Aislador Pin ANSI 56-4	200kV
Cruceta de madera (2,40m)	$250\text{kV/m} \times 1,2\text{m} = 300\text{kV}$
CFO Total	500kV

CFO Total (corregido por altitud)	347kV
-----------------------------------	-------

Aislamiento del conductor de fase en cadena de aisladores más próximo al cable de guarda – conductor de cobre para puesta a tierra.

**Tabla 2.8 Cálculo de CFO en el soporte de retención GR-3, GTS-3L**

Componente	CFO
Cadena de aisladores 52-3	355kV
Cruceta de madera	295kV/m x 0,6m=177kV
CFO Total	532kV
CFO Total (corregido por altitud)	370kV

**c) Soporte Especial GHS-3**

Aislamiento del conductor de fase en pin sobre cruceta de 2,40 y 4,30 al-conductor de cobre para puesta a tierra

**Tabla 2.9 Cálculo de CFO en el soporte especial GHS-3H**

Componente	CFO
Aislador Pin ANSI 56-4	200kV
Cruceta de madera (2,40m)	250kV/m x 1,0m=250kV
CFO Total	450kV
CFO Total (corregido por altitud)	313kV

**d) Soporte Especial GHR-3**

Aislamiento del conductor de fase en cadena de anclaje al conductor de cobre para puesta a tierra.

**Tabla 2.10 Cálculo de CFO en el soporte de retención GHR-3H**

Componente	CFO
Cadena con tres aisladores 52-3	355kV
Cruceta de madera	295kV/m x 1,0m=295kV
CFO Total	650kV
CFO Total (corregido por altitud)	452kV

En todos los casos se hizo el cálculo para las rutas más críticas, esto quiere decir en las rutas con menor distancia, por lo tanto con menor aislamiento.

**Tabla 2.11 Resumen del cálculo de CFO en armados**

<b>Armado</b>	<b>Desde</b>	<b>Hasta</b>	<b>Trayectoria</b>	<b>Total CFO (kV)</b>
GS1-3, GA1-3	Fase 1	Cable PAT	Del conductor más próximo al cable de guarda al cable de cobre que baja para la puesta a tierra.	347
	Fase 2	Cable PAT	Del conductor ubicado en la cruceta de 2,40 m al cable de cobre que baja para la tierra (Recorrido por la cruceta)	347
	Fase 3	Cable PAT	Del conductor ubicado en la cruceta de 2,40 m - cable de cobre que baja para la puesta a tierra (Recorrido por la riostra de madera)	275
GR-3, GTS-3L	Fase 1	Cable PAT	Del conductor de fase en cruceta de 1,20 sobre el pin más próximo al cable de guarda-conductor de cobre para puesta a tierra	347
	Fase 2, 3	Cable PAT	Del conductor de fase en cadena de aisladores más próximo al cable de guarda - conductor de cobre para puesta a tierra	370
GHS-3	Fase	Cable PAT	Del conductor de fase en pin sobre cruceta de 2,40 y 4,30 al-conductor de cobre para puesta a tierra	313
GHR-3	Fase	Cable PAT	Del conductor de fase en cadena de anclaje al conductor de cobre	452

			para puesta a tierra.	
--	--	--	-----------------------	--

### 2.7.2 Cálculo de descargas directas e inducidas

La densidad de descargas a tierra ( $N_g$ ) puede ser estimada del nivel cerámico usando la ecuación 2.1 y la figura 2.1 ( $T_d = 40$ )

$$N_g = 0.04 \times (40)^{1.25} = 4.02 \text{ descargas}/\text{km}^2/\text{año}$$

Para el caso analizado, según los soportes propuestos, tenemos  $h=10,9\text{m}$  y  $b=2,4\text{m}$  reemplazando en la ecuación 2.2

$$N = \frac{4.02[28 \times (10.9)^{0.6} + 2.4]}{10} = 48.15 \text{ descargas}/100\text{km}/\text{año}$$

Considerando el menor CFO calculado, 275kV e interpolando en la figura 2.2 obtenemos que la probabilidad de los flameos inducidos está por debajo de 0.001 con los cual podemos despreciar este valor.

La Línea Primaria se encuentra en una zona plana con ausencia de árboles o estructuras que puedan actuar como apantallamiento ante las descargas atmosféricas, por lo tanto  $S_f=0$ .

Suponiendo que todos los flameos son causantes de fallas o salidas de servicio de la Línea Primaria tenemos:

$$Fallastotales = directas + inducidas = 48.15 \text{ fallas}/100\text{km}/\text{año}$$

Para estimar el efecto de la puesta a tierra en el diseño del aislamiento realizamos la interpolación para el menor CFO calculado, 275kV en la figura 2.5

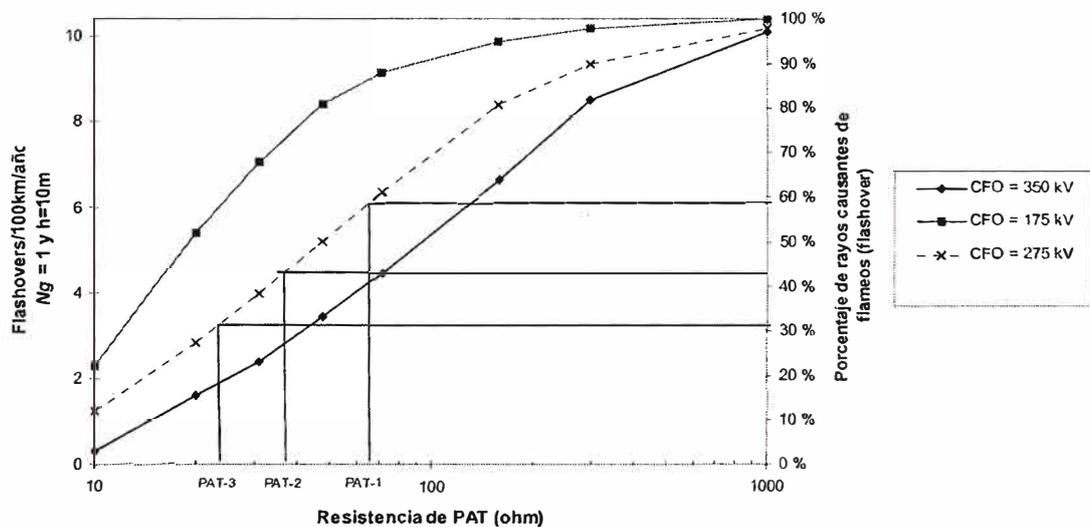


Fig. 2.5 Efecto de la Resistencia de Puesta a Tierra y CFO

Del gráfico anterior tenemos el porcentaje descargas que producen flameos (flashovers), los cuales se multiplican al número de descargas. Las configuraciones PAT-1,2 y 3 se refieren al uso de 1,2 y 3 varillas de Cu respectivamente, los valores se han calculado teniendo en cuenta un a resistividad de 160 ohm/m obtenida de mediciones en campo.

**Tabla N° 2.12 Flameos (flashover) directos en la línea**

<b>Configuración Puesta a Tierra.</b>	<b>Resistencia dePAT promedio(ohm)</b>	<b>Porcentaje de flashover</b>	<b>Flashover/100km/año</b>
PAT-1	66,5	58%	19,4
PAT-2	37,25	43%	14,8
PAT-3	23,5	32%	10,7

De lo anterior tenemos que el número de descargas directas es  $N=48,15$  descargas/100km/año (para una línea desprotegida), con el efecto del aterramiento y el nivel de aislamiento el numero flameos (flashover) por descargas directas es de 19,4; 14,8 y 10,7 flashover/100km/año respectivamente.

Estos flameos pueden producir salidas fuera de servicio de la línea si no se cuenta con una adecuada protección, Asimismo debe tener en cuenta que el procedimiento de calculo que se especifica en el [IEEE04], especifica el número de salidas por cada 100 km de línea por año, esto nos da un margen amplio de seguridad debido a que el tramo afectado por descargas atmosféricas es de 42.9 km, por lo cual podemos aplicar un factor de reducción por longitud de línea, los resultados los vemos en el siguiente cuadro:

**Tabla 2.13 Número de salidas de la línea**

<b>Configuración PAT.</b>	<b>N° de salidas/100km/año</b>	<b>N° de salidas/año(43km)</b>
PAT-1	19,4	8,3
PAT-2	14,8	6,4
PAT-3	10,7	4,6

Del análisis realizado se elige el sistema PAT-3 (23 ohm en promedio) en el cual la probabilidad de salidas de la línea es 4,6 salidas/año con 275kV.

Se debe tener en cuenta que en la salida se tiene previsto la instalación de una celda con interruptor, los cuales normalmente poseen la función de reconector automático para la línea, el cual eliminará la mayoría de las fallas en la línea provocadas por las descargas atmosféricas. Se puede estimar que el recloser eliminará las fallas en un 60% de los casos, por lo tanto la probabilidad de salidas de la línea será afectada por un factor de reducción de 0.4, Resultando así una reducción en la tasa de salidas de la línea, resultando la probabilidad de salidas de la línea de 1.79 salidas/año.

Además se debe tener en cuenta que el relleno de los pozos a tierra se realizará con tierra de cultivo y/o cemento conductor para obtener valores resistencia de puesta a tierra adecuados menores a 25 ohm, asimismo las jabalinas de cobre de la puestas a tierra se conectarán a las retenidas (en los soportes que las posean), todo esto implica menores valores de resistencia de puesta a tierra, con lo cual la probabilidad del número de salidas por año de la Línea Primaria disminuirá.

## **CAPITULO III**

### **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL PROYECTO**

#### **3.1 Bases de cálculo para el diseño**

##### **3.1.1 Objetivo**

En este capítulo, se efectúa los cálculos necesarios para justificar los materiales a utilizar en el tramo de línea a ejecutar.

Los cálculos realizados en el presente volumen cumplen con los requisitos del Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, así como con las “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias”, documentos con los cuales el Ministerio de Energía y Minas uniformiza y define las condiciones técnicas mínimas para el diseño de líneas y redes primarias aéreas, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas, las propiedades y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado.

Las Normas principales que se han tomado en cuenta, son las siguientes:

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011
- Norma DGE “BASES PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS”
- Ley de Concesiones Eléctricas, DL N 25844, 2009
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N 25844, DS N 009-93-EM, 2009.
- En forma complementaria se han tomado algunas de las siguientes Normas:
- NESC: National Electric Safety Code (NEC)
- USDA/RUS: United States Department of Agriculture / Rural Electrification Association
- VDE 210: Verband Deutscher Electrotechniker
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IEC: International Electrothechnical Comission

### 3.1.2 Características meteorológicas

El área del proyecto cuenta con un clima frío con constantes heladas, debido a la altura en que se encuentra. Las características ambientales son las siguientes:

- Temperatura promedio 4,5 °C
- Temperatura Máxima 11,8 °C
- Temperatura mínima -5,2 °C
- Altitud sobre el nivel del Mar Entre 3900 y 4700 msnm
- Velocidad Máxima del Viento 28,8 km/h

Fuente: Estación Meteorológica del SENAMHI – 000826/Ananea/DRE-13

### 3.1.3 Características eléctricas del sistema

Para la ejecución de los cálculos justificativos, se ha tomado en consideración:

- Tensión nominal del sistema 22,9kV.
- Configuración 3 $\phi$
- Tensión máxima de servicio 25kV
- Frecuencia nominal 60 Hz
- Factor de potencia 0,90

### 3.1.4 Parámetros de caída de tensión y pérdida de potencia

- Máxima caída de tensión  $\Delta V\%$   $\pm 5,0 \%$
- Máxima pérdida de potencia  $\Delta P\%$ : 3,0 %
- Tensión nominal ( $V_n$ ) 22,9KV

### 3.1.5 Distancias mínimas de seguridad

#### a) Distancias mínimas del conductor a la superficie del terreno

- En cruce de carreteras y avenidas 7,0 m
- A lo largo de carreteras y avenidas 6,5 m
- En cruce de calles y caminos en zonas rurales 6,5 m
- A lo largo de calles y caminos en zonas rurales 5,0 m
- En lugares accesibles sólo a peatones 5,0 m
- En lugares con circulación de maquinaria agrícola 6,5 m
- Distancia entre instalaciones de diferente tensión 1,2 m
- (22,9kV y 22,9/13,2kV)
- Distancia a instalaciones de menor tensión 1,0 m

Las distancias mínimas al terreno consignadas en el párrafo anterior son verticales y determinadas a la temperatura máxima prevista, con excepción de la distancia a laderas no accesibles, que será radial y determinada a la temperatura en la condición EDS y declinación con carga máxima de viento.

En áreas que no sean urbanas, las líneas aéreas recorrerán fuera de la franja de servidumbre de las carreteras. Las distancias mínimas del eje de la carretera al eje de la línea primaria serán las siguientes:

- En carreteras importantes 25 m
- En carreteras no importantes 15 m

**b) Distancia mínima a terrenos boscosos o a árboles aislados**

Las distancias verticales se determinan a la máxima temperatura prevista. Las distancias radiales se determinarán a la temperatura en la condición EDS y declinación con carga máxima de viento.

Las distancias radiales podrán incrementarse cuando haya peligro que los árboles caigan sobre los conductores.

- Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles 2,50 m
- Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales 0,50 m

**c) Distancia horizontal mínima ( $D$ ) entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano**

$$D = 0,0076 (U)(F_c) + 0,65\sqrt{f} \quad (3.1)$$

Donde:

$U$  : Tensión Nominal entre fases, kV

$F_c$  : Factor de corrección por altitud

$f$  : Flecha del conductor a la temperatura máxima prevista

Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano:

- Para vanos hasta 100 m 0.70 m.
- Para vanos entre 101 y 350 m. 1.00 m.
- Para vanos entre 351 y 600 m. 1.20 m.
- Para vanos mayores a 600 m. 2.00 m.

En estructuras con disposición triangular de conductores, donde dos de estos estén ubicados en un plano horizontal, solo se tomará en cuenta la separación horizontal

de conductores si es que el conductor superior central se encuentra a una distancia vertical de 1.0 m. o 1.2 m. (según la longitud de los vanos), respecto a los otros dos conductores.

### 3.2 Cálculos eléctricos

#### 3.2.1 Análisis de regulación de tensión

##### a) Cálculo de la Resistencia Eléctrica ( $R$ )

La resistencia ( $R$ ) de los conductores a la temperatura de operación se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$R = R_{20}(1 + 0,0036(T - 20^{\circ}\text{C})) \quad (3.2)$$

$R_{20}$ : Resistencia del conductor en C.C. a  $20^{\circ}\text{C}$ , en ohm/km

$T$ : Temperatura máxima de operación, en  $^{\circ}\text{C}$ .

En el Anexo N° A.1 se muestran los valores de resistencia calculados de los conductores a  $20^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$ .

##### b) Cálculo de la Reactancia Inductiva( $X_L$ )

La reactancia inductiva para sistemas trifásicos equilibrados

Las fórmulas a emplearse serán las siguientes:

$$X_L = 377 \left( 0,5 + 4,6 \log \frac{DMG}{r} \right) \times 10^{-4} \quad (3.3)$$

Donde:

$DMG$ : Distancia media geométrica, igual a 1,2 m

$r$ : Radio del conductor, en m

Los valores calculados se pueden apreciar Anexo N° A.1

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

Las fórmulas a aplicar en el cálculo de caída de tensión en las líneas primarias son:

Para sistemas trifásicos:

$$\Delta V\% = \frac{P \times L}{10V_L^2} (R_1 + X_{3\phi} \tan \phi) \quad (3.4)$$

$$\Delta V\% = K_1 \times P \times L \quad (3.5)$$

$$K_1 = \frac{(R_1 + X_1 \tan \phi)}{10V_L^2} \quad (3.6)$$

Donde:

$\Delta V\%$ : Caída porcentual de tensión.

$P$ :	Potencia, en kW
$L$ :	Longitud del tramo de línea, en km
$V_L$ :	Tensión entre fases, en kV
$R_1$ :	Resistencia del conductor, en ohm / km
$X_{3\phi}$ :	Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en ohm/km
$\phi$ :	Angulo de factor de potencia
$X_1 =$	Factor de caída de tensión

Se ha efectuado el análisis de la regulación de tensión y flujo de carga de la línea primaria Ananea – Derivación Oriental, Untuca – Llactapata, lo que se presenta en el Anexo N° A.2

Se precisa que se ha considerado una tensión de 1,0 pu en la celda de salida en 22,9KV de la SE Ananea.

### 3.2.2 Determinación del nivel de aislamiento y selección de aisladores

Los criterios que deberán tomarse en cuenta para la selección del aislamiento serán las siguientes:

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

En el Tabla 3.1 se muestran los niveles de aislamiento que se aplicarán a la línea, primaria en condiciones estándar:

**Tabla 3.1 Niveles de Aislamiento de Líneas Primarias**

<b>Tensión nominal entre fase (kV)</b>	<b>Tensión máxima entre fases (kV)</b>	<b>Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)</b>	<b>Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra (kV)</b>
22,9	25	125	50

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

$$F_{CH} = 1 + 1,25(H - 1000) \times 10^{-4} \quad (3.7)$$

Donde:

$F_C$  = Factor de corrección por altitud

$H$  = Altitud sobre el nivel del mar, en m.

**a) Aislamiento Necesario por Contaminación Ambiental**

Esta solicitud determina la longitud de la línea de fuga fase-tierra requerida en el aislamiento por contaminación ambiental.

La selección de la distancia de fuga de los aisladores ha sido tomada de la recomendación de la Norma IEC 815 “Recomendaciones para distancia de fuga en los aisladores para ambientes contaminados”, que establece niveles de contaminación según características ambientales, seleccionando una distancia de fuga de 16mm/kV correspondiente a una zona de contaminación ligera, debido a que se ubica en una zona de sierra con altitud entre los 4500 y 4700 msnm, predominantemente con presencia de pastos naturales, expuestas a presencia de lluvias frecuentes y de gran intensidad, lo que contribuye a la limpieza periódica de los aisladores.

La línea de fuga fase-tierra está dada por la siguiente expresión:

$$L_{fuga} = L_{f0} \times U_{MAX} \times F_{CH} \quad (3.8)$$

Donde:

$L_{fuga}$ : Longitud de fuga fase-tierra requerida

$L_{f0}$  : Longitud de fuga unitaria en mm/kV $\phi$ - $\phi$

$U_{max}$ : Tensión Máxima de Servicio

$F_{CH}$  : Factor de Corrección por Altura

**Tabla 3.2 Aislamiento Requerido por Contaminación**

Altitud (H)	$F_{CH}$	$L_{f0}$	$U_{max}$ (kV)	$L_{fuga}$
Hasta 4 700 msnm	1,4625	16	25	585

**b) Aislamiento Necesario por Sobretensión a Frecuencia Industrial en Seco ( $V_{fi}$ )**

Esta sobretensión se produce debido a fallas en el sistema y está dada por la siguiente expresión:

$$V_{fi} = \frac{fs \times Vmax \times H}{\sqrt{3} \times (1 - N \times \sigma) \times \delta'' \times fl} \quad (3.9)$$

Donde:

- $f_s$  : Factor de sobretensión a frecuencia industrial (1,5)  
 $V_{max}$ : Tensión máxima (25kV)  
 $H$  : Factor por Humedad (1,0)  
 $N$  : Número de desviaciones estándar alrededor de la media (3)  
 $\sigma$  : Desviación estándar (2%)  
 $\delta$  : Densidad relativa del aire

$$\delta = \frac{3,92 \times b}{273 + t} \quad \log b = \log 76 - \frac{msnm}{18336}$$

Para  $t = 5$  °C

Para m.s.n.m. = 4 700 m ( $\delta = 0,594$ )

$n$  : Exponente empírico ( $n=1$ )

$fl$  : Factor por lluvia (0,83)

Obteniéndose 46,71KV

Según recomendación de “Bases de Diseño de Líneas y Redes Primarias DGE/MEM”, le corresponde una  $V_{fi} = 50$ kV

### c) Aislación Necesaria por Sobretensiones de Maniobra ( $CFO_{SM}$ )

Tomando en cuenta los lineamientos establecidos por la DGE para el cálculo de las distancias de aislamiento en aire, tomaremos en cuenta la ecuación 3.10 para el cálculo de la tensión de sostenimiento de maniobra ( $V_{SM}$ ).

$$V_{SM} = \frac{V_{max} \times \sqrt{2} \times F_{SM}}{\sqrt{3}} \quad (3.10)$$

Donde:

$V_{max}$ : Tensión máxima de operación, 24kV

$F_{SM}$ : Factor de sobretensión de Maniobra, 2.5

Reemplazando en la ecuación 3.10 tenemos la tensión de sostenimiento es 49kV

Para el cálculo de la tensión crítica de flameo en condiciones estándar usaremos la ecuación 3.11.

$$CFO_{SM} = \frac{V_{SM}}{(1 - N\sigma) \times F_1 \times F_2} \quad (3.11)$$

Donde:

$V_{SM}$ : Tensión de sostenimiento de maniobra

$N$ : Número de desviaciones estándar alrededor de la media, 3

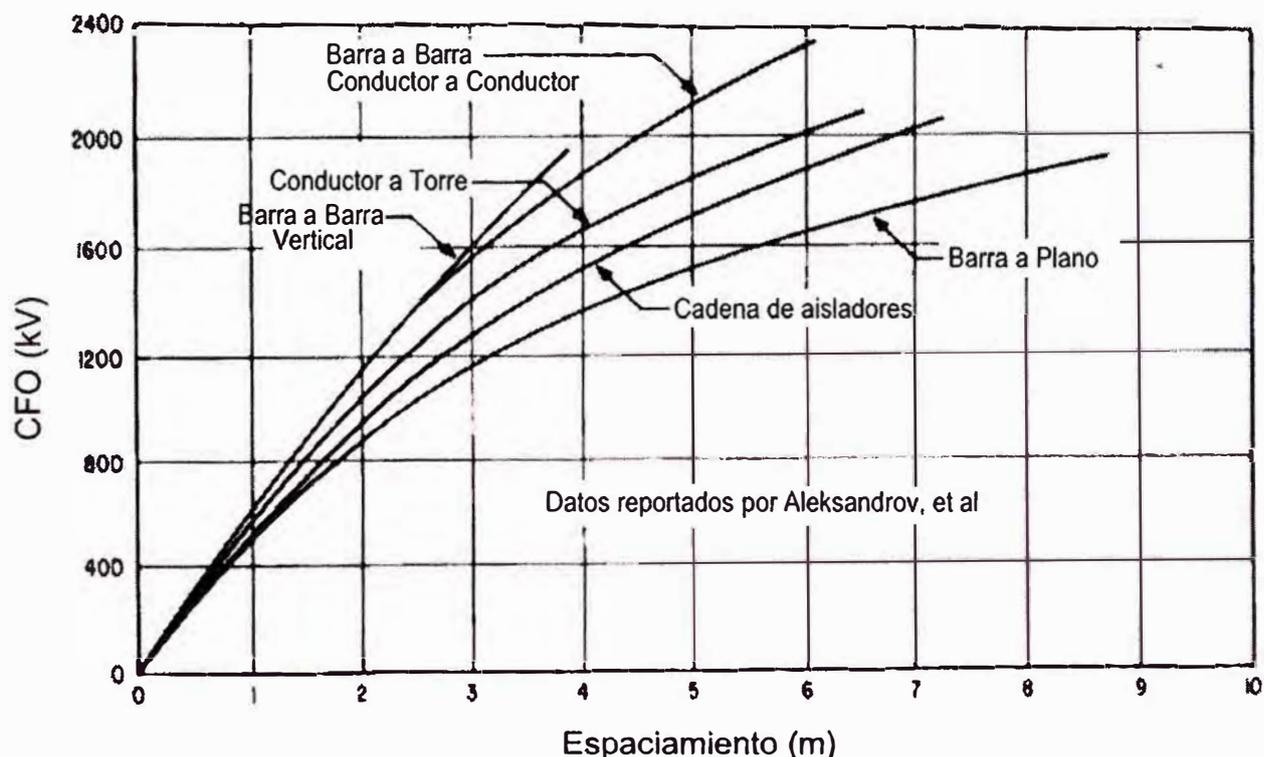
$\sigma$ : Desviación estándar, 6%

$F_1$ : Factor de corrección por humedad, 0.9

$F_2$ : Factor de corrección por lluvia, 0.95

Reemplazando datos en la ecuación 3.11, tenemos que el  $CFO_{SM} = 70$  kV, interpolando en la figura 3.1 obtenemos que la distancia mínima a masa es 0.20m

Aplicando el factor de corrección por altitud:  $F_{CH} = 1.46$ , la distancia mínima en aire por sobretensiones de maniobra entonces es 0.29 m.



**Fig. 3.1 CFO versus espaciamiento en aire – EPRI**

#### d) Aislación Necesaria por Sobretensiones Atmosféricas

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

El aislamiento de las estructuras se logra con la combinación del CFO de sus componentes: aislador más el poste y cruceta, los cuales contribuyen a elevar el aislamiento de la línea y a mejorar el comportamiento eléctrico contra descargas atmosféricas.

Se ha establecido una metodología para obtener el CFO en la Línea Primaria en el capítulo II, siendo el menor de 275kV para los armados de suspensión.

En la siguiente tabla 3.3 se muestra el resumen de los resultados obtenidos con respecto a la selección de los aisladores tipo Pin y tipo Suspensión de porcelana, recomendados para las estructuras.

**Tabla 3.3 Selección de los Aisladores**

Requerimientos	Valores Calculados	Porcelana Ansi	
		Pin 56-4	3x52-3
Altitud m.s.n.m.	4 700 msnm		
Longitud de la línea de fuga L (mm)	585	686	876
Aislación necesaria por sobretensiones a frecuencia industrial Vfi (kV)	46,71	140	215
Aislación Necesaria por Sobretensiones de Maniobra (CFO <sub>SM</sub> )	70	200	355

Del cuadro anterior se concluye que se utilizará los siguientes aisladores: Pin Ansi 56-4 y Suspensión Ansi 3x52-3

### 3.2.3 Selección del conductor

#### a) Cálculo de Caída de Tensión

La configuración es un Sistema trifásico con tres hilos, tomando en cuenta que la línea primaria operará en 22,9kV.

#### Parámetros Eléctricos de los Conductores

##### (Resistencia)

$$R_2 = R_1(1 + \alpha(T_2 - T_1)) \quad (3.12)$$

$R_1$ : Resistencia del conductor a 20 °C, (0.966 Ohm / km)

$R_2$ : Resistencia del conductor a 40 °C, en Ohm / km

$T_1$ : Temperatura inicial 20 °C

$T_2$ : Temperatura final 40 °C

$\alpha$ : Coeficiente de resistividad térmica. = 0,0036

#### Reactancia Trifásica

$$X_{3\phi} = 2 \times \pi \times f \times 10^4 \times \left( 0.5 + 4,6 \log \left( \frac{DMG}{r} \right) \right) \quad (3.13)$$

$$DMG = \sqrt[3]{D_{RS} \times D_{RT} \times D_{ST}} \quad (3.14)$$

$$r = \frac{D}{2}$$

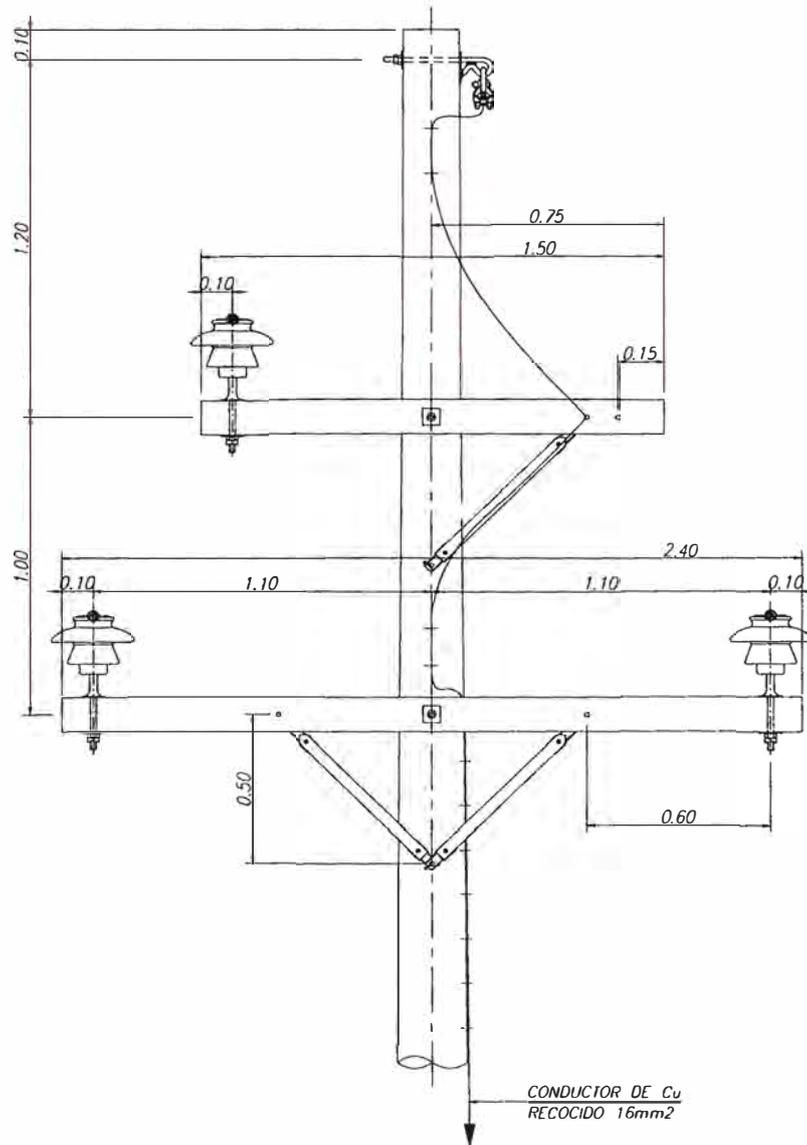
$X_{3\phi}$ : Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en ohm/km

$DMG$ : Diámetro medio geométrico

$r$ : Radio del conductor

$D$ : Diámetro exterior del conductor

En la figura 3.2 se muestra un armado típico de suspensión en que podemos apreciar la geometría para el cálculo de reactancias. Los resultados de los parámetros eléctricos se muestran en el Anexo A.1.



**Fig. 3.1 Armado Típico de Suspensión**

### b) Caída de Tensión para Sistemas Trifásicos

La caída de tensión en una línea aérea de distribución es directamente proporcional a la potencia que trasmite, a la longitud de la línea y a un coeficiente conocido como factor de caída de tensión ( $K_1$ )

$$\Delta V\% = \frac{P \times L}{10V_L^2} (R_1 + X_{3\phi} \tan \phi) \quad (3.15)$$

$$V\% = K_1 \times P \times L \quad (3.16)$$

$$K_1 = \frac{(R_1 + X_1 \tan \phi)}{10V_L^2} \quad (3.17)$$

Donde:

$\Delta V\%$  : Caída porcentual de tensión.

$P$  : Potencia, en kW

$L$  : Longitud del tramo de línea, en km

$V_L$  : Tensión entre fases, en kV

$R_1$  : Resistencia del conductor, en ohm / km

$X_{3\phi}$  : Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en ohm/km

$\phi$  : Angulo de factor de potencia

$X_1$  : Factor de caída de tensión

La máxima caída de tensión considerada en el primario del transformador de distribución será de  $\pm 5\%$  (según normas)

Los resultados obtenidos son:

Caída de Tensión con 120 mm<sup>2</sup> : 3.42%

Por lo que el conductor AAAC de 120 mm<sup>2</sup> considerado cumple con la caída de tensión menor al 5%.

### c) Cálculo de Pérdida de Potencia por Efecto Joule

Las pérdidas de potencia por circuitos trifásicos se calcularán utilizando la siguiente fórmula:

$$P_J = \frac{P^2 \times R_1 \times L}{1000 \times V_L^2 \times \cos^2 \phi} \quad (3.18)$$

Máxima pérdida de potencia recomendable: 5%

Donde:

$P$ : Demanda de potencia, en kW

$R_1$ : Resistencia del conductor a la temperatura de operación, en Ohm/km

$L$  : Longitud del circuito o tramo del circuito, en km

$V_L$ : Tensión entre fase, en kV

$\emptyset$  : Angulo de factor de potencia

De los cálculos efectuados para el punto más alejado se obtiene lo siguiente:

Perdida con 120 mm<sup>2</sup> : 3,6%

Por lo que el conductor AAAC de 120 mm<sup>2</sup> considerado está en el margen de pérdida recomendado, dado que el resultado es a plena carga lo que ocurrirá temporalmente.

#### d) Selección de Conductor por Capacidad Térmica Frente a los Cortocircuitos

Estos cálculos tienen por objeto verificar la capacidad de los conductores aéreos de aleación de aluminio de soportar por tiempos muy breves el calor generado por los cortocircuitos.

Para la verificación usaremos la ecuación 3.19 para el cálculo de la capacidad de corriente de un conductor en un tiempo definido, para una sección y material conocidos. La ecuación 3.19 es válida para corrientes simétricas de acuerdo al “Guide for Safety in AC Substation Grounding, IEEE Std80 - 2000” [IEEE00].

$$I = A_{mm^2} \sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \alpha_r \rho_r}\right) \ln\left(\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a}\right)} \quad (3.19)$$

Donde:

$I$  : Es la corriente rms en KA

$A_{mm^2}$  : Sección del conductor en mm<sup>2</sup>

$T_m$  : Temperatura máxima permisible en °C

$T_a$  : Temperatura ambiente en °C

$\alpha_r$  : Coeficiente térmico de resistividad del material en 1/°C

$\rho_r$  : Resistividad del conductor en  $\mu\Omega$ -cm

$K_o$  : Constante del material en °C

$t_c$  : Duración de la corriente en s

$TCAP$  : Capacidad térmica por unidad de volumen en J/(cm<sup>3</sup>°C)

Para nuestro de análisis el conductor es del tipo aleación de Aluminio 6201 de 120mm<sup>2</sup>, las constantes del este material se han extraído del estándar del [IEEE00] por lo tanto reemplazando en la ecuación 3.19 obtenemos una capacidad de corriente de  $I = 27.6 \text{ kA}$  para un tiempo  $t_c = 0.5 \text{ s}$ .

Para considerar el efecto de las corrientes asimétrica consideremos la ecuación 3.20 descrita en [IEEE00].

$$I_F = I_f \times D_f \quad (3.20)$$

Donde:

$I_F$  : Corriente rms debido a componentes asimétricas durante la falla en A

$I_f$  : Corriente rms debido a componentes simétricas en A

$D_f$  : Factor de Decremento en función de X/R

Reemplazando en la ecuación 3.20, tenemos  $I_F = 28.3$  kA para un tiempo  $t_c = 0.5$  s y una ratio X/R=10, considerando D=1.026 (constante extraída del estándar [IEEE00]). Comparando con las corrientes de cortocircuito en la barra 22,9kV de la SE Ananea, datos que se han extraído del estudio de coordinación de la protección del SEIN para el año 2010-2011, publicado en el portal web del COES.

$$I_{CC3\phi} = 0.992 \text{ kA}$$

$$I_{CC1\phi} = 1.220 \text{ kA}$$

De lo expuesto se concluye que el conductor considerado de **120 mm<sup>2</sup> AAAC** (Aleación de Aluminio 6201) cumple de sobra con la capacidad térmica en condiciones de falla.

### 3.2.4 Selección del Cable de Guarda

El material seleccionado es el acero galvanizado grado EHS de 6,35 mm (1/4") de diámetro, esta sección permite coordinar las relaciones de flechas (con un EDS de 16%) con el conductor de 120 mm<sup>2</sup> de aleación de aluminio que serán utilizados en la línea en 22,9kV.

Para la verificación de la sección elegida procederemos a calcular su capacidad térmica frente a condiciones de falla, usando la ecuación 3.19.

$A_{mm^2}$  : Sección del conductor en mm<sup>2</sup> (22.7)

$T_m$  : Temperatura máxima permisible en °C (657)

$T_a$  : Temperatura ambiente en °C (20)

$\alpha_r$  : Coeficiente térmico de resistividad del material en 1/°C (0.0016)

$\rho_r$  : Resistividad del conductor en  $\mu\Omega$ -cm (15.9)

$K_o$  : Constante del material en °C (606)

$t_c$  : Duración de la corriente en s (0.5)

**TCAP :** Capacidad térmica por unidad de volumen en  $J/(cm^3 \text{ } ^\circ C)$ , se calcula del producto entre el calor específico y el peso específico del acero ( $0.114 \text{ cal/gr } ^\circ C$ )( $7.85 \text{ gr/cm}^3$ )= $(0.9024)$

El valor calculado para  $I = 1.60 \text{ kA}$ , para un  $t_c = 0.5 \text{ s}$  para el cable de guarda, lo cual confirma su capacidad ante las corrientes de cortocircuito,  $1.220 \text{ kA}$  como máximo en la barra  $22.9\text{kV}$  de la SE Ananea, más aún si consideramos que los equipos actuales de protección logran eliminar la falla en menos de  $0,1 \text{ seg. (100ms)}$ . Con estos resultados se obtiene un factor de seguridad de  $2 (I = 3.5 \text{ kA})$ , ante una falla monofásica a tierra.

### 3.2.5 Puesta a tierra

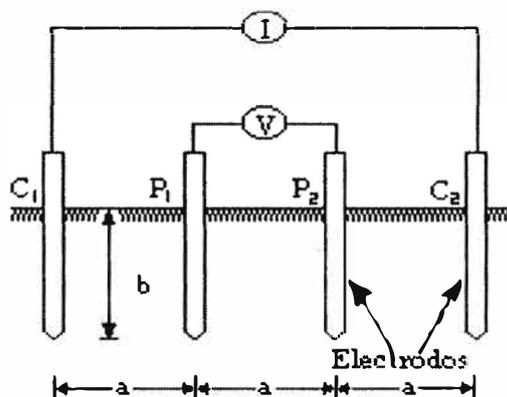
#### a) Requerimiento Mínimo

Las puestas a tierra para el buen funcionamiento con el cable de guarda, deberá ser menor a  $25 \text{ ohm}$  de acuerdo a los lineamientos establecidos en Capítulo II.

Los valores de puesta a tierra dependen directamente de los valores de la resistividad eléctrica del terreno, cuyos valores han sido resultado de las mediciones realizadas a lo largo de la línea primaria en análisis.

#### b) Método de Medición de Resistividad

El principio básico de este método es la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos  $C_1$  y  $C_2$  mientras que el potencial que aparece se mide entre dos electrodos  $P_1$  y  $P_2$ . Estos electrodos están enterrados en línea recta y a igual separación entre ellos. La razón  $V/I$  es conocida como la resistencia aparente. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.



**Fig. 3.3 Esquema del método de medición de Wenner**

En la figura se observa esquemáticamente la disposición de los electrodos, donde la corriente se inyecta a través de los electrodos exteriores y el potencial se mide a través de los electrodos interiores.

### c) Cálculo de resistividad aparente

Se ha usado el método de estratificación de 2 capas, en el cual se asume que el terreno se compone de 2 capas la superior de resistividad  $\rho_1$  y una profundidad  $h_1$  definida y una segunda capa de resistividad  $\rho_2$  de una profundidad infinita.

Usando las teorías de electromagnetismo solo con dos capas horizontales es posible resolver un modelo matemático, que con ayuda de las medidas efectuadas por el Método Wenner, posibilita encontrar la resistividad de la primera y segunda capa, con su respectiva profundidad.

Para nuestro caso se ha realizado el cálculo del modelo matemático con el software CYMGRD de Cyme, para encontrar los valores de la resistividad  $\rho_1$ , espesor  $h_1$  y la resistividad  $\rho_2$  para todas las mediciones de campo realizadas.

La resistividad aparente es igual a:

$$\rho_a = \frac{L\rho_1\rho_2}{\rho_2 h_1 + \rho_1(L - h_1)} \quad (3.21)$$

Donde:

$\rho_a$ : Resistividad aparente, en ohm.m

$\rho_1$ : Resistividad de la primera capa, en ohm.m

$\rho_2$ : Resistividad de la segunda capa, en ohm.m

$L$ : Longitud de la varilla de Cu, en m

$h_1$ : Profundidad de la primera capa, en m

Los resultados de la resistividad aparente se calculan en Anexo E.1.

### d) Cálculo de Puesta a Tierra

La Línea Primaria será un sistema 22,9kV "efectivamente puesto a tierra sin neutro corrido", que parte de la subestación Ananea, con neutro en 22,9kV conectado a la malla de puesta a tierra de la subestación.

Para la línea primaria se utilizarán puestas a tierra tipo PAT-3 de acuerdo al análisis realizado.

El conductor de bajada de PT deberá estar sujetado por grapas en U y el pozo de tierra contará con varillas de acero recubierto con cobre 2,40m 16mm de diámetro con tierra cementada o de cultivo.

Para un sistema de jabalinas en anillo tenemos la siguiente fórmula, la cual podemos aproximar para el sistema PAT-3 con  $n=3$

$$R_n = \frac{\rho_a}{2\pi \times L \times n} \left( Ln \frac{4L}{b} - 1 + \frac{L}{D} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{\text{sen} \frac{\pi i}{n}} \right) \quad (3.22)$$

Donde:

$\rho_a$ : Resistividad aparente, en ohm.m

$L$ : Longitud de la jabalina, en m

$b$ : Radio de jabalina, en m

$D$ : Distancia entre jabalinas, en m

Los resultados del cálculo del sistema PAT se pueden ver en el Anexo E.1

### 3.2.6 Coordinación de la protección

En la salida de la SE Ananea se instalará una celda en 22,9kV el cual incluye un interruptor para el cual simulamos la curva inversa y muy inversa estándares de acuerdo al IEEE Std C37.112-1995, los fusibles Cutout son del tipo K, las curvas se pueden apreciar en el Anexo E.2

## 3.3 Cálculos mecánicos

### 3.3.1 Consideraciones de diseño

Los cálculos mecánicos se basan en las indicaciones de las Normas DGE/MEM, Código Nacional de Electricidad - Suministro 2001 y de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona, que son las concordantes con las zonificaciones del CNE.

### 3.3.2 Cálculo mecánico de conductores

#### a) Objetivo

Estos cálculos tienen el objetivo de determinar las siguientes magnitudes relativas a los conductores de líneas aéreas en todas las hipótesis de trabajo a las cuales se encontrará sometidos los conductores:

- Esfuerzo horizontal del conductor
- Esfuerzo tangencial del conductor en los apoyos
- Flecha del conductor
- Parámetros del conductor
- Coordenadas de plantillas de flecha máxima (sólo en hipótesis de máxima temperatura)
- Ángulos de salida del conductor respecto a la línea horizontal, en los apoyos.
- Vano - peso de los apoyos
- Vano - medio de los apoyos

**b) Premisas Generales**

Los cálculos mecánicos se basan en las indicaciones de la Norma EM/DGE, de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona sustentadas con los obtenidos de SENAMHI y de las zonificaciones consideradas en el Código Nacional de Electricidad - Suministro 2001

**c) Características de los Conductores Normalizados**

**Material de los Conductores**

Los conductores para líneas aéreas serán de aleación de aluminio (AAAC), fabricados según las prescripciones de las normas ASTM B398, ASTM B399 o IEC 1089.

**Tabla 3.6 Características Mecánicas del Conductor Aleación de Aluminio Normalizado**

<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>N°Hilos</b>	<b>Diámetro romm</b>	<b>Diámetro de alambre mm</b>	<b>Masa akg / m</b>	<b>Módulo de Elasticidad Final N/mm<sup>2</sup></b>	<b>Coefficiente de Expansión Térmica(1/° C)</b>	<b>Carga Rotura N/mm<sup>2</sup></b>
120	19	14,25	2,85	0,333	60760	2,3x10-5	295,8

**d) Curvas de Esfuerzo Deformación del Conductor de AAAC.**

Un conductor tendido y no sometido previamente a la máxima carga mecánica proyectada tenderá a incrementar su longitud, cuando adquiera la máxima carga.

Al desaparecer la carga, el conductor se contraerá, pero no recobrará su longitud inicial, existiendo a partir de ese momento una diferencia de longitud permanente que incidirá en una mayor flecha.

Por otra parte, el conductor casi nunca alcanzará la misma deformación máxima al soportar en posteriores ocasiones la misma carga máxima.

El crecimiento total de la longitud del conductor por acción mecánica en el tiempo determina una flecha mayor de la que se instaló originalmente.

Además, el crecimiento de la longitud del conductor se produce también por efecto de la dilatación térmica del conductor y debido al calor producido por el paso de la corriente eléctrica que transporta la línea.

Como consecuencia de lo antedicho el Módulo de Elasticidad se modificará respecto a su valor en el estado inicial.

En consecuencia, en el cálculo de la flecha máxima, es necesario considerar las condiciones de carga y temperatura que produzcan la mayor flecha final con un Módulo de Elasticidad Final del conductor..

Para la obtención del Módulo de Elasticidad Inicial, se parte de las condiciones finales del Conductor, donde el valor del módulo de elasticidad correspondiente es proporcionada por las especificaciones técnicas de los mismos, y a través de un proceso regresivo y de comparación se obtiene el Modulo de Elasticidad Inicial, con el cual se determinan los cálculos mecánicos iniciales para el conductor. La expresión matemática empleada es la siguiente:

$$\Delta L = \frac{\sigma}{E} * L \quad (3.23)$$

Donde:

$\Delta L$ : Deformación o Elongación del Conductor.

$\sigma$ : Esfuerzo axial al que estará sometido el conductor.

E: Modulo de Elasticidad del Conductor.

L: Longitud de conductor sometido al esfuerzo.

Basado en el Grafico de Esfuerzo – Deformación, en condiciones finales, calculamos la deformación total ( $X+\Delta$ ) a un esfuerzo de 40% de la rotura del conductor:

$$X + \Delta = \frac{40\% * Q_{rot}}{E_o} \quad (3.24)$$

$$X = \frac{40\% * Q_{rot}}{E_f} \quad (3.25)$$

Donde:

$\Delta$  = Deformación final = 0,075% de la longitud del conductor.(\*)

$Q_{rot}$  = Esfuerzo Unitario de rotura del Conductor = 295.8 [N/mm<sup>2</sup>].

$E_f$  = Modulo de Elasticidad Final= 60 760 [N/mm<sup>2</sup>].

Obteniendo:  $X = 0,00194733$

La Deformación Total será:  $X + \Delta = 0,00269733$

La Deformación Total Porcentual será:

$$X + \Delta = 0,269733 \%$$

Luego a través de un análisis regresivo se obtiene el Módulo de Elasticidad Inicial del conductor mediante la siguiente expresión:

$$E_o = \frac{40\% * Q_{rot}}{X + \Delta} \text{ Obteniendo: } E_o = 43865 \frac{N}{mm^2}$$

**e) Conclusión**

De los análisis realizados se obtiene:

$$E_o = 43865 \frac{N}{mm^2} \text{ **Módulo de Elasticidad Inicial**, empleado en el cálculo}$$

Mecánico de estructuras y la tabla de templado de los conductores.

$$E_f = 60760 \frac{N}{mm^2} \text{ **Módulo de Elasticidad Final**, utilizado junto a la máxima}$$

temperatura y nos permitirá verificar el comportamiento de las flechas y compararlas con las flechas máximas a calcularse a partir de la tensión inicial sin carga.

**f) Obtención del EDS Inicial y Final.**

Considerando la característica elástica del conductor con un módulo de elasticidad variable en la fase de carga inicial, se puede representar en la figura 3.4 el comportamiento del conductor con la aplicación de cargas externas. Al aplicarse una carga mecánica al conductor la elongación sigue la curva la curva ABC y al quitar la carga la recuperación elástica se produce a través de la recta BD, con un módulo de elasticidad constante. El tramo AD representa la variación de longitud del conductor por efecto de la aplicación de las cargas mecánicas.

Al volver a aplicar la carga mecánica al conductor la elongación se produce a través de la recta DB y si la carga es mayor continúa por la curva BC.

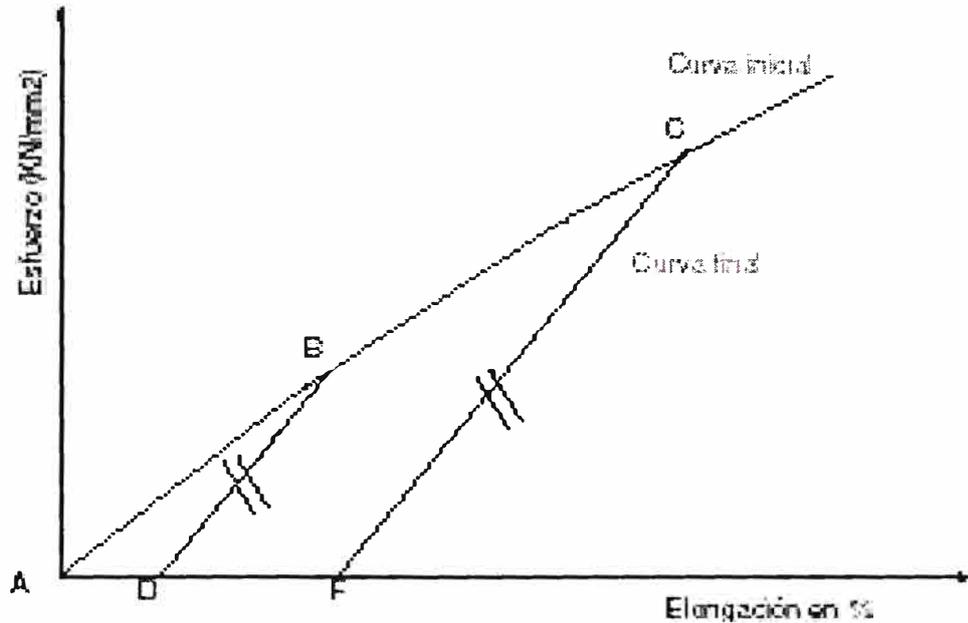
La elongación final representado por la recta AD, resulta equivalente a aplicar un EDS Final diferente al EDS Inicial. La pendiente de la recta BD viene a ser el Modulo de Elasticidad Final del Conductor.

Para determinar el EDS Final, se debe utilizar las curvas características de esfuerzo elongación del conductor, los cuales pueden ser cargados al software como un dato de entrada, sin embargo para el caso de los conductores de aleación de aluminio es aplicable.

Las curvas esfuerzo-elongación se pueden expresar mediante una ecuación de la forma:

$$Y = AX + BX + CX^2 + DX^3 + EX^4 \quad (3.26)$$

Para el caso de Conductores de Aleación de Aluminio es aplicable la información publicada por “The Aluminum Association” (curvas esfuerzo deformación para conductores de 7 y 19 hilos).



**Fig. 3.4 Curva de esfuerzo – deformación AAAC**

Esta información presenta la formulación de la curva inicial mediante la siguiente expresión:

$$Y = 0,063 + 55,613X + 25,381X^2 - 85,774X^3$$

Donde :

Y: Esfuerzo en KN/mm<sup>2</sup> y X; Elongación en %

### 3.3.3 Aplicación del Software DLTCAD 2010 para la distribución de Estructuras

El Software DLT-CAD Ver 2010, incluye los cálculo del EDS Final, tomando como datos las curvas típicas del conductor o los coeficientes de la ecuación

$$Y = AX + BX + CX^2 + DX^3 + EX^4 \quad (3.27)$$

La secuencia de cálculo que aplica el DLT-CAD es la siguiente:

- De la distribución de estructuras se determina la máxima carga a la cual será sometido el conductor según las hipótesis de carga, considerando el EDS Inicial y el módulo de elasticidad inicial del conductor.
- En base al análisis anterior se define un límite de máxima carga, para el caso del presente proyecto se ha establecido el 40% del tiro del rotura del conductor, como la máxima carga al cual será sometido el conductor.

- Conociendo la máxima carga se tiene el esfuerzo para esa Carga y con se calcula el porcentaje de elongación X, que corresponde a esta carga, para lo cual se resuelve la ecuación de esfuerzo-Elongación del conductor aplicando cálculos numéricos.
- Teniendo los valores “X ,Y” en el punto B se calcula la ecuación de la recta BD, cuya pendiente está representado por el Módulo de Elasticidad final del conductor.
- Se calcula el Valor del segmento AD en la intersección de la recta con el eje X.
- Con el cálculo del Segmento AD se obtiene el % de elongación final de conductor.
- Conociendo la elongación final se desarrolla un cambio de estado desde la hipótesis de máxima carga hacia una Hipótesis de EDS final, con lo cual se determina el esfuerzo Inicial requerido para alcanzar la máxima carga, utilizando en este caso el módulo de elasticidad Final del Conductor.

### 3.3.4 Hipótesis de Cálculo

**Tabla 3.7 Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductores – Conductor AAAC**

Hipótesis	Unidad	I Mayor Duración	II Mín Temp y Hielo	III Máx. Viento	IV Hielo y Viento	V (*) Máx. Temp.
Temperatura	°C	5	-5	0	-5	40
Velocidad de Viento	Km/h	0	0	90	45	0
Espesor de Hielo	mm	0	10	0	5	0
Esfuerzo del Tiro de Rotura.	EDS%	Inicial=18 % final=16%	60	60	60	60

**Tabla3.8 Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductores – Cable de Guarda**

Hipótesis	Unidad	I Mayor Duración	II Mín. Temp. y Hielo	III Máx. Viento	IV Hielo y Viento	V (*) Máx. Temp.
-----------	--------	------------------------	--------------------------------	-----------------------	-------------------------	------------------------

Temperatura	°C	5	-5	0	-5	40
Velocidad de Viento	Km/h	0	0	90	45	0
Espesor de Hielo	mm	0	10	0	5	0
Esfuerzo del Tiro de Rotura.	%	Inicial=14 %; final=14%	60	60	60	60

(\*) Esta incluye los 10°C como temperatura producida por el fenómeno CREEP

(\*): Para esta hipótesis la Temperatura Máxima del Ambiente considerado es de 30 °C, considerando el fenómeno CREEP (10 °C) obtenemos 40°

#### a) Máximos Esfuerzos Permisibles

##### Esfuerzos del Conductor en la Condición EDS

El esfuerzo EDS determinado sobre la base de las consideraciones y metodología señaladas, se muestran en los Anexos B de Cálculos Mecánicos del Conductor, en el cual el EDS final varia con la longitud del vano y las condiciones propias meteorológicas propias de la zona, que para nuestro proyecto se aplicara los siguientes módulos:

$$E_o = 43,86 \text{ N/mm}^2$$

$$E_f = 60,76 \text{ N/mm}^2$$

##### Para Conductores de AAAC 120 mm<sup>2</sup>

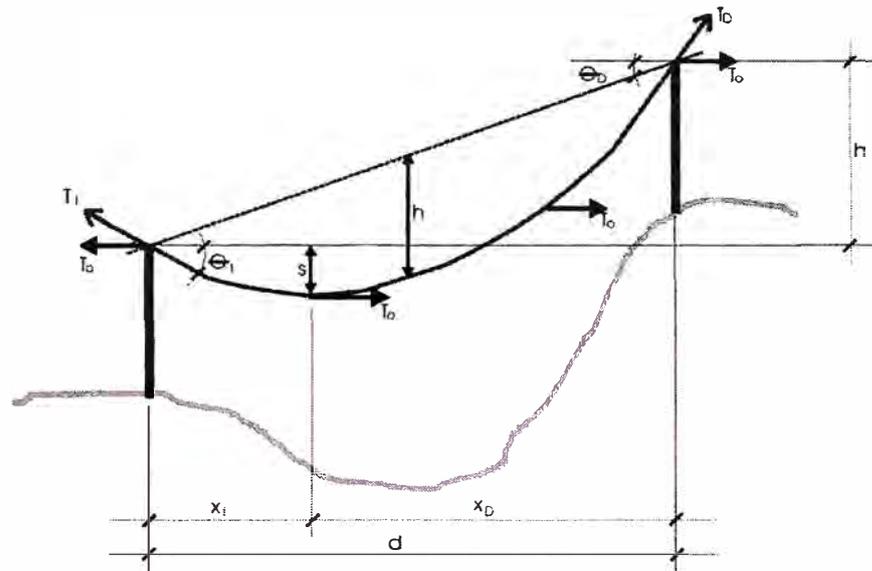
$$\text{EDS Inicial} = 18\%$$

$$\text{EDS Final} = 16\%$$

Para vanos menores de 300 m, relación desnivel/vano menores que 0.2 y flechas inferiores al 5% de la longitud del vano, se podrá asumir que el conductor adopta la forma de la parábola y aplicarse las fórmulas aproximadas.

Para vanos mayores a 300 m o cuando se tengan flechas mayores al 5% de la longitud del vano, o casos donde la relación desnivel/vano sea mayor que 0.2, se aplicarán, necesariamente, las fórmulas exactas de la catenaria.

Para hallar la longitud real del conductor se aplicaron las formulas exactas de la catenaria, este cálculo se realizó con ayuda del Software DLT CAD.



**Fig. 3.5 Diagrama de vano típico**

Los cálculos se efectuaron considerando las hipótesis planteadas en el Código Nacional de Electricidad - Suministro, los conductores de Aleación de Aluminio y el terreno desnivelado.

Los cálculos mecánicos de los conductores nos permiten determinar la flecha máxima de los conductores en condición de máxima carga o en máxima temperatura.

### 3.3.5 Vibración de Conductores-Amortiguadores

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.

Los vientos turbulentos producen diferentes frecuencias en los conductores y las vibraciones no se mantienen por interferencia de las diferentes frecuencias. Vientos de baja velocidad interrumpidos por edificios, árboles o montañas se transforman en turbulentos y normalmente no tienden a iniciar vibraciones, que es el caso de la zona de estudio.

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, ver figura 3.6 La formulación que determina los espaciamentos de los amortiguadores es la siguiente:

$$S_1 = 0.0013 \times D \times \sqrt{C} \quad (3.26)$$

$$S_2 = 0.0026 \times D \times \sqrt{C} \quad (3.27)$$

$$S_3 = 0.0039 \times D \times \sqrt{C} \quad (3.28)$$

Donde:

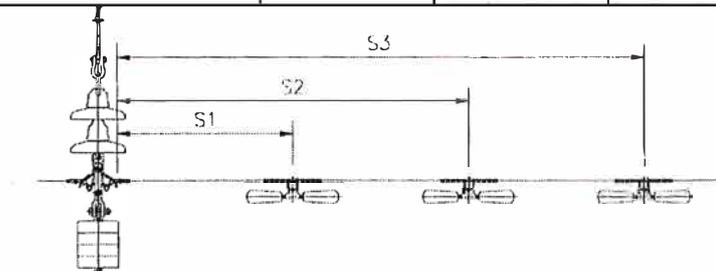
$S_1, S_2$  y  $S_3$  : Distancia de separación de los amortiguadores al borde de la grapa de suspensión o anclaje

D : Diámetro del conductor

C : Parámetro de la catenaria

**Tabla 3.9 Distancias de Separación**

	Distancia		
	S1 (m)	S2 (m)	S3 (m)
CONDUCTOR	0,818	1,384	2,4537



**Fig. 3.6 Distancias de separación entre amortiguadores**

### 3.3.6 Cálculo Mecánico de las Estructuras de Madera y Retenidas

#### a) Generalidades

Estos Cálculos nos sirven para determinar las cargas mecánicas en estructuras, cables de retenida y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se supere los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad y complementariamente en las Normas Internacionales.

#### b) Vano Máximo

Como conclusión de los cálculos mecánicos de estructuras se obtendrán los vanos máximos admisibles por cada estructura y sección de conductor. Los cuales contemplan lo siguiente:

- Vano Máximo por límite de esfuerzo en conductor
- Vano máximo por separación de conductores a medio vano
- Vano máximo por esfuerzo mecánico sobre las estructuras

### 3.3.7 Cálculos Mecánicos de las Estructuras

#### a) Características de las Estructuras

Se ha previsto la utilización de postes de madera, que cumplan con las características mecánicas establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto.

La cruceta debe ser Tornillo y deben ser tratados bajo el método vacío - presión, con el preservante compuesto de sales CCA-tipo C - factor Oxido 70% y una concentración de 5 %.

La retención del preservante CCA-C en la madera de las crucetas tipo Tornillo debe ser de 3 kg/m<sup>3</sup> como mínimo.

Accesorios metálicos para postes y crucetas que se utilizarán en líneas y redes primarias son: Pernos maquinados, perno-ojo, tuerca-ojo, perno tipo doble armado, espaciador para espigas de cabeza de poste, tubo espaciador, brazo angular, braquete angular, perno con horquilla, tirafondo y arandelas

**Tabla 3.9 Características de las Estructuras**

Nº	Características	Valor Requerido
1	Longitud de la estructura	12 m
2	Longitud de empotramiento	1,8 m
3	Clase	6

**b) Factores de Seguridad**

Los factores de seguridad mínimas respecto a las cargas de rotura serán las siguientes:

**Tabla 3.10 Factores de Seguridad**

<b>Postes y Crucetas</b>	<b>Condiciones Normales</b>	<b>Condiciones Anormales</b>
Postes de Madera	2,2	1,5
Cruceta de Madera	2,2	1,5

Los factores de seguridad mínimos consignados son válidos tanto para cargas de deflexión y la compresión del poste (pandeo).

**c) Cargas Actuantes sobre las Estructuras**

**Estructuras en Alineamiento**

- Presión de viento sobre postes, conductores y aisladores
- Tiro resultante de los conductores.

**Estructuras en Ángulos**

- Presión de viento sobre postes, conductores. Y aisladores
- Tiro resultante de los conductores de acuerdo al ángulo.

**Estructuras Terminales**

- Presión de viento sobre postes, conductores. Y aisladores
- Tiro máximo longitudinal de los conductores.

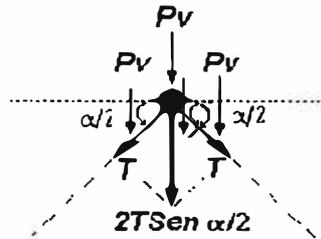
**d) Hipótesis para el Cálculo de Estructuras**

**Considera lo siguiente:**

- Conductores sanos
- Esfuerzos del conductor en condiciones de máximos esfuerzos

En la siguiente figura, se observa el diagrama de fuerzas del conductor y de la estructura, en él se muestra la fuerza que ejerce la presión del viento sobre el poste y las fuerzas transversales que ejercen los conductores sobre el poste debido a su tiro y a la presión del viento sobre ellos.

Los cálculos y resultados del Cálculo Mecánico de Estructuras se encuentran en los Anexos C.



**Fig 3.7 Diagrama de fuerzas de conductores**

### 3.3.8 Cálculos Mecánicos de Retenidas

#### a) Objetivo

Cuando las cargas que se aplican a los postes sean mayores a las que éstos puedan resistir, entonces se empleará retenida(s) quedando así el poste sujeto únicamente a esfuerzos de compresión. El cálculo de retenidas verifica que el esfuerzo que se presenta en éstas no sobrepase el máximo tiro permitido afectado por el factor de seguridad.

Para las retenidas se emplearan cables de acero galvanizado de 10 mm  $\varnothing$  (3/8”), grado Siemens Martín, que tiene un tiro de rotura mínimo de 30920 N.

#### b) Factores de Seguridad

El factor de seguridad en Condiciones Normales: 2,0

El factor de seguridad en Condiciones Anormales: 1,5

El ángulo formado entre la retenida y el poste en retenidas inclinadas no deberá ser menor de  $37^\circ$  por cuestiones de espacio.

La resistencia mecánica de los elementos que componen la retenida no serán menores que la requerida por el cable de acero de la retenida.

#### c) Método de Cálculo de Retenidas

Cuando las cargas que se aplican a los postes sean mayores a las que éstos puedan resistir, entonces se emplearán retenidas, quedando así el poste sujeto únicamente a esfuerzos de compresión. Determinar las características del cable de las retenidas a usarse en las estructuras de ángulo y fin de línea es la finalidad de este ítem.

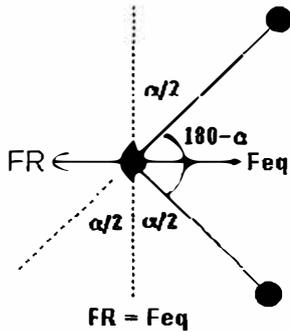
Cuando las cargas que se aplican a los postes sean mayores a las que éstos puedan resistir, entonces se emplearán retenidas, quedando así el poste sujeto únicamente a esfuerzos de compresión. Determinar las características del cable de las retenidas a usarse en las estructuras de ángulo y fin de línea es la finalidad de este ítem. El número de retenidas a utilizar para los diferentes armados se indican en los cuadros resumen de

Prestaciones de Estructuras Anexo C.3, donde se indica a su vez el ángulo mínimo de trabajo del cable de retenida, analizado para cada tipo de armado mostrados en la Laminas del Anexo G.

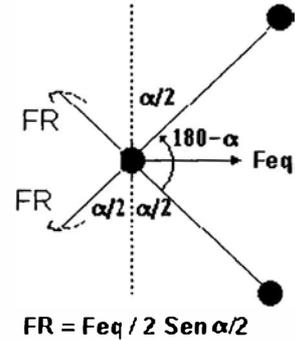
**RETENIDAS**

**Retenidas en ángulo**

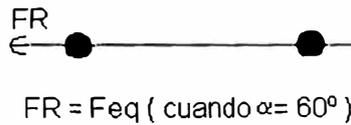
**Retenidas con el ángulo de línea menor a 60°**



**Retenidas con ángulo de línea entre 60° y 90°**

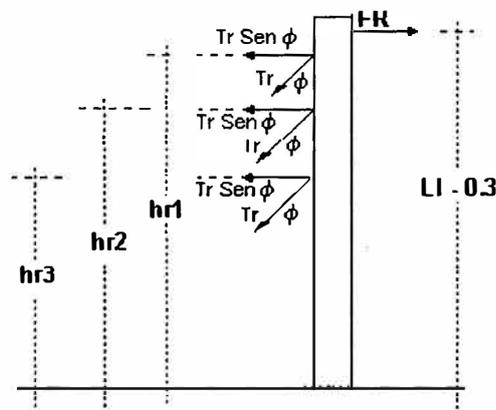


**Retenidas en Fin de Línea**



**Figura 3.8 Esquema para el cálculo de retenidas**

**Máxima Fuerza que soportan las Retenidas**



$$Tr = Q \text{ ruptura} / F.S.$$

$$FR = \frac{Tr \times (\text{Sen } \phi_1 \times hr_1 + \text{Sen } \phi_2 \times hr_2 + \text{Sen } \phi_3 \times hr_3)}{LI - 0.3}$$

**Figura 3.9 Esquema para el cálculo de retenidas**



## **CAPITULO IV**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES**

#### **4.1 Especificaciones Técnicas Generales**

Las presentes especificaciones técnicas determinan, desde el punto de vista técnico, el diseño y fabricación de los materiales que se suministran en el marco del proyecto. El suministro estará previsto de manera que cuando se efectúe el montaje no existan materiales, accesorios ni equipos faltantes que impidan el fiel cumplimiento de la ejecución y la operación satisfactoria.

##### **4.1.1 Extensión de las Especificaciones Técnicas**

Las presentes especificaciones técnicas deberán considerarse como un conjunto único: así los requerimientos aplicables a suministro parciales no serán siempre indicados exclusivamente y necesariamente en los capítulos pertinentes, sino que podrán encontrarse en otros capítulos, en relación a otros equipos y suministros.

##### **4.1.2 Colaboración entre Fabricantes**

Los fabricantes de los diversos equipos y materiales del Contratista, deberán prestarse mutua asistencia y colaboración para lograr la mejor coordinación de sus respectivos suministros, desde el punto de vista de la calidad así como de los programas y ejecución de la fabricación y el montaje.

Así, los materiales y equipos de suministro diferentes necesarios para llevar a cabo pruebas de conjuntos, serán proporcionados por los diversos fabricantes sin costo adicional para el Contratante.

##### **4.1.3 Fabricantes y Normas de Fabricación y Pruebas**

El Contratista indicará el nombre del fabricante y las normas que propone adoptar para la fabricación y las pruebas de los diversos elementos del suministro y en particular:

- Postes y Crucetas de madera tratada.

- Conductores y cables de guarda.
- Aisladores.
- Accesorios para conductores, cable de guarda y retenidas.
- Materiales para la instalación de Puestas a Tierra

Si dichas normas son aprobados por el Supervisor, sus prescripciones serán obligatorias para el Contratista y no podrá emplear otro fabricante sino aquel autorizado por el Supervisor.

#### **4.1.4 Datos Generales**

##### **a) Condiciones de utilización de los Suministros**

El recorrido de la línea Primaria se ubica aproximadamente entre las coordenadas UTM WGS84 8397000 – 8375000 Norte y 411000 – 476000 Este, en el Departamento de Puno desarrollando altitudes entre 4500 y 4700 msnm. con una temperatura media de 4,5°C, una máxima de 11,8°C y mínima de -5,2°C.

##### **b) Condiciones Eléctricas**

Las distancias de seguridad mínimas que deberán ser respetadas en las más desfavorables condiciones de servicio, están indicadas en los planos de los perfiles típicos de las estructuras de las líneas. El aislamiento de la línea estará formado por aisladores de porcelana en todo el recorrido.

##### **c) Frecuencia**

La frecuencia de la red es de 60 Hz, y todas las pruebas eléctricas a frecuencia industrial se llevarán a cabo con tal valor de frecuencia.

#### **4.1.5 Precios y Medidas**

##### **a) Precios Inclusivos**

En los precios para cada concepto indicado, el Contratista tomará particular consideración puesto que a menos que los documentos establezcan claramente excepciones contrarias, todos los suministros, trabajos, obras, servicios descritos en las especificaciones técnicas y otros documentos contractuales deberán ser llevados a cabo por el Contratista.

##### **b) Cantidades**

Las cantidades para los diversos conceptos, indicadas en las tablas de cantidades y precio deben entenderse como definitivas.

### c) **Método de Medida**

Para medir las cantidades finales de los diversos conceptos de la tabla de cantidades y precios, se utilizarán los siguientes métodos:

- **Postes de Madera:** Los postes de madera a valorizarse serán los efectivamente instalados en la obra. El suministro de postes de madera será medido y pagado por tipo de poste y en las unidades indicadas en la tabla de cantidades y precios. La medición y pago de transporte y montaje de los postes de madera serán de acuerdo a lo indicado en la tabla de cantidades y precios y a los precios unitarios ofertados. El Contratista deberá considerar en el precio unitario del tipo de poste.
- **Conductores y Cable de Guarda:** La longitud de conductores y cables de guarda será igual a la distancia horizontal entre los puntos terminales de la línea correspondiente, más el cinco por ciento, debido a las asignaciones para flechas, desniveles, cuellos muertos y otras conexiones.
- **Aisladores y Accesorios:** Las cantidades de aisladores y accesorios de cada tipo serán las efectivamente instaladas en la obra. Los dispositivos de anclaje y de suspensión abarcarán todas las piezas y elementos entre el estribo de fijación al poste.
- **Sistema de Puesta a Tierra:** Las cantidades de dispositivos del sistema de puesta a tierra se considerarán como los efectivamente instalados para cumplir con la resistencia eléctrica especificada.
- **Repuesto y Equipo de Mantenimiento:** El pago por el suministro de materiales de repuesto y de equipos de mantenimiento será en base al precio unitario consignado en la tabla de cantidades y precios.

## **4.2 Postes de madera importada para Líneas Primarias**

### **4.2.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para el dimensionamiento, definición de propiedades, fabricación, tratamiento, inspección, pruebas y entrega de postes de madera de procedencia extranjera que se utilizaron en las Líneas y Redes Primarias.

### **4.2.2 Normas aplicables**

Los postes, materia de la presente especificación, cumplieron con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la

convocatoria de la licitación:

- ANSI O5.1: american national standard institute for wood poles specifications and dimensions
- AWWA: american wood preserver's association standard

Se aceptaron normas oficiales del país de origen del fabricante aplicables a la especie forestal ofertada, solo si en éstas se precisa claramente sobre su dimensionamiento, fabricación, tratamiento de preservación, parámetros y propiedades mecánicas que sustenten la información solicitada en la Tabla de Datos Garantizados de la presente Especificación Técnica.

#### 4.2.3 Condiciones ambientales

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

Altitud sobre nivel del mar	hasta 4 700 m
Humedad relativa	50 a 95%
Temperatura ambiente	- 5,2 °C a 11,8 °C
Precipitación pluvial	moderada a intensa

#### 4.2.4 Características técnicas

##### a) Especie forestal

Los postes procedieron de madera en verde de primer corte y fueron fabricados de la especie forestal comprendida en las normas indicadas en el numeral 4.2.2, cuyas características fueron iguales o superiores a las exigidas en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados que forman parte de la presente especificación. Para estos fines, se denominó Coníferas a todas las especies forestales mencionadas en la norma ANSI O5.1 vigente, incluyendo a otras especies del genero Pinusspp, y Latifoliadas a las especies forestales del genero Eucalyptus.

##### b) Defectos prohibidos

Los postes deben estar libres de los defectos prohibidos que se indican en las normas señaladas en el numeral 4.2.2.

##### c) Defectos tolerables y limitados

Se aceptaran los defectos tolerables y limitados que se especifican en las normas indicadas en el numeral 4.2.2:

**Nudos** En postes fabricados de especies forestales Coníferas 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 fue mayor a la mitad de la suma máxima de diámetros indicado en la norma ANSI O5.1. Para este fin se tomará en cuenta los nudos que tengan diámetros mayores a 13 mm (0,5”).

En postes fabricados de especies forestales Latifoliadas, no se aceptarán ningún tipo de nudos en el tramo longitudinal de 600 mm (24”) sobre la Línea de Tierra y 600 mm (24”) debajo de la Línea de Tierra. No se aceptarán nudos con madera podrida.

**Curvatura** Las flechas admisibles serán las mostradas en el siguiente cuadro:

**Tabla 4.1 Flechas admisibles**

Postes		Flecha (mm)	Flecha (Pulg.)
m	Pies		
13	42,7	94	3,7

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 las especies fabricadas de especies forestales Coníferas o Latifoliadas.

**Rajaduras y Grietas** En los postes fabricados de especies forestales Coníferas o Latifoliadas, se aceptarán grietas longitudinales en cualquier punto del poste, si éstas tuvieran una abertura y longitud menores a 9 mm (3/8”) y 1 200 mm (48”) respectivamente, medidas después del secado y antes de su tratamiento de preservación.

En postes fabricados de especies forestales Latifoliadas, se aceptarán una rajadura en la cabeza del poste hasta 150 mm (6”) y en la base del poste hasta 600 mm (24”).

En postes fabricados de especies forestales Latifoliadas, se aceptará una sola grieta en la cabeza que no sea mayor a 300 mm (12”). Asimismo, en la base del poste se aceptará hasta dos grietas siempre que la de mayor longitud no sobrepase los 600 mm (24”).

**Cicatrices** En postes fabricados de especies forestales Coníferas, no se aceptarán 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 deben estar libres de podredumbre o daños de insectos.

Para postes de especies Latifoliadas, no se aceptarán ningún tipo de cicatrices.

**Ataque de Insectos** No se aceptarán postes fabricados de especies forestales Coníferas o Latifoliadas que presenten ataques de insectos (galerías, perforaciones etc).

**d) Fabricación**

En la fabricación de los postes se deberán cumplir con las normas que se indican en el numeral 4.2.2; y además con los requisitos siguientes:

- Los postes serán fabricados de la especie forestal ofertada.
- No se aceptarán el secado al aire libre para los postes fabricados de las especies forestales Coníferas.
- Los postes tienen dos marcas, la primera en la sección de la base y la segunda a 3050 mm (120") de la base, impreso en bajo relieve utilizando el equipo quemador, con la descripción y medidas señaladas en la nota del numeral 7.5 de la norma ANSI O5.1 y AWWA Ítem M6.
- Los postes deberán estar 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.

**e) 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 2; además, se debe cumplir con los requisitos siguientes:

- La circunferencia en la parte superior del postes será medido a 25,4 mm (1") debajo de la cabeza.
- Para los postes no especificados en la norma ANSI O5.1, se aceptarán una circunferencia máxima en la Línea de Tierra, igual o menor a la circunferencia mínima de la Clase correspondiente inmediata superior especificada en las normas indicadas en el numeral 2.
- La longitud real de los postes no serán menor a 75 mm (3") o mayor a 150 mm (6") respecto a la longitud nominal de los mismos.

- El fabricante informará a la Inspección Independiente las mediciones de circunferencia y longitud hechas por cada lote de postes antes del secado, a fin de que puede efectuarse la verificación en un tamaño de muestra que corresponda.

**f) Característica mecánicas del material requerido**

- La norma que sustente la calidad mecánica de los postes ofertados consignará todas las propiedades mecánicas que se requieren en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados de la presente especificación.

**g) Preservado**

Los postes serán preservados a Vacío - Presión de acuerdo con las Normas indicadas en el numeral 2, 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 12,0 kg/m<sup>3</sup> (0,75 lb/pulg<sup>3</sup>) y con una penetración indicada en las normas del numeral 2 para la especie forestal ofertada.
- Pentaclorofenol, con una retención mínima de 9,6 kg/m<sup>3</sup> (0,6 lb/pulg<sup>3</sup>) y con una penetración indicada en las normas del numeral 2 para la especie forestal ofertada.

#### **4.2.5 Inspección y Pruebas**

Previamente a la aceptación del íntegro de los suministros, se efectuarán dos tipos de inspección y pruebas, una primera inspección durante el proceso de fabricación a cargo de una empresa independiente del proveedor y del propietario (Inspección Independiente en Fábrica) y la segunda inspección a cargo de un especialista del propietario (Inspección del Propietario en Fábrica).

**a) Inspección independiente en fábrica**

- Para la inspección independiente, el proveedor propondrá como mínimo, tres (03) empresas inspectoras especializadas. Cada empresa demostrará haber efectuado inspecciones a un mínimo de 10 000 postes tratados a Vacío Presión; además, presentará carta original sellada y firmada por su representante declarando conocer la presente Especificación Técnica y estar apto para realizar la inspección de los postes.

- De las tres (03) empresas propuestas, el propietario seleccionará una. El proveedor en coordinación con la inspección independiente presentará el protocolo de inspección, para la revisión y conformidad del propietario.
- En un plazo máximo de diez (10) días luego de emitida la Orden de Compra o de puesta en vigencia del Contrato, el proveedor presentará a la inspección independiente y al propietario el Cronograma de producción mensual de los postes, señalando las cantidades en cada etapa de producción.
- Las labores que la inspección independiente reportará al propietario como mínimo las siguientes actividades:
  - Inspección antes del tratamiento
  - Previamente al proceso de secado de cada lote, verificará, certificará e informará al propietario que los postes a suministrar son de la especie forestal ofertada y de primer corte.
  - Verificación y aprobación de las dimensiones de los postes en condición verde de acuerdo con la presente Especificación Técnica.
  - Verificación y aprobación del proceso de secado de los postes por el método propuesto por el proveedor de acuerdo con las normas señaladas en el numeral 2 y la presente Especificación Técnica.
  - Verificación y aprobación de los postes cuyos defectos permisibles y de fabricación estén de acuerdo con la presente Especificación Técnica.
  - Estampará en la base de los postes, una marca bajo relieve en señal de aprobación por parte de la inspección independiente.
  - Inspección durante el tratamiento de preservación
  - Antes de iniciar el preservado, la inspección independiente verificará y aprobará la calidad del preservante que se utilizará en el proceso de tratamiento, la cual se llevará a cabo en el laboratorio del fabricante. Previamente, la inspección independiente verificará la certificación de calibración vigente de los equipos e instrumentos de medición.
  - Verificar el contenido de humedad de los postes de acuerdo con las normas señaladas en el numeral 2 de la presente Especificación Técnica.

- Verificar el proceso de tratamiento de preservación de los postes de acuerdo con la norma de tratamiento indicada en el numeral 2 de la presente Especificación Técnica.
  - Tomar muestras para determinar la penetración y la retención por cada carga según lo determinado en la norma AWWA. Se utilizarán los laboratorios de la inspección independiente o del Fabricante previa certificación de calibración vigente de los equipos e instrumentos de medición.
- b) Inspección después del tratamiento de preservación**
- Verificar que todos los postes tengan la placa metálica o marca en bajo relieve que consigne el número de carga que le corresponde.
  - Verificar la penetración y el análisis de retención que el fabricante registre en las hojas de carga del total de postes a suministrar.
  - Verificar el tratamiento de preservación, secado y defectos de acuerdo con las normas señaladas en el numeral 2 y la presente Especificación Técnica, los postes aprobados serán marcados por la inspección independiente con su sigla a bajo relieve en la cabeza del poste.
- c) Verificaciones de la Inspección Independiente**
- Las verificaciones que efectúe la inspección independiente, cubrirán las diferentes etapas de calificación física, fabricación y preservado de los postes, y serán efectuadas tomando muestras aleatorias al equivalente del 15% de cada lote de postes a ser suministrados. Durante este proceso de verificación, se rechazará el lote inspeccionado si se encuentra igual o mayor al 5% de postes defectuosos del total de la muestra.
  - Previamente al muestreo del tratamiento, el fabricante brindará a la inspección independiente la información sobre el preservado de cada carga, presentando las hojas de carga, la evaluación de penetración y el análisis de retención.
  - La inspección independiente seleccionará una muestra equivalente al 15% del total de cargas por lote.
  - Si una de las cargas inspeccionadas no cumple con lo requerido en la presente Especificación Técnica, será rechazada. Consecuentemente, la inspección independiente deberá verificar todas las cargas a costo del proveedor y sin perjuicio del propietario. Se rechazará todo el suministro si el proveedor no

aceptó, o no dio las facilidades a la inspección independiente para verificar todas las cargas, o si la inspección independiente encuentra que el 5% o más del número total de cargas verificadas no cumple con la presente Especificación Técnica.

- Los postes defectuosos o cargas en las cuales la cantidad de postes rechazados sea menor al 5% del número total muestreado, serán reemplazadas por el fabricante, las que serán previamente inspeccionadas de acuerdo con la presente Especificación Técnica y aprobados por la inspección independiente.
- Diez (10) días antes de la inspección del propietario en fábrica, la inspección independiente entregará el informe final al propietario indicando en forma detallada la inspección, verificación y control realizados, en cada etapa del proceso de producción, mediante el cual sustentará la aprobación del 100% de los postes.
- Verificar y firmar en señal de aprobación y conformidad las hojas de carga y sus respectivos resultados de retención y penetración por carga, los certificados de la especie forestal, fabricación y tratamiento que remita el proveedor al propietario.

#### **4.2.6 Inspección del propietario en fábrica**

Para suministros menores a 10 000 unidades, el proveedor programará una inspección para el propietario en fábrica por un periodo no menor a una semana y cuando se tenga el total de postes fabricados previamente a su embarque.

Antes de la inspección el proveedor entregará los documentos que consignen la cantidad de postes producidos por lote, el número de cargas, las hojas de carga con los resultados de retención y penetración, los certificados originales de la especie, su fabricación y tratamiento debidamente firmados por la inspección independiente en señal de aprobación del suministro. La inspección del propietario desarrollará las siguientes actividades en la fábrica del proveedor:

Verificación de las características físicas y de fabricación requeridas en la presente Especificación Técnica (dimensiones, secado, defectos, marcado, fabricación, curvatura, contenido de humedad, acabados, accesorios), para el cual debió considerarse que el tamaño de la muestra y el nivel de inspección estuvo determinado según lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1 1999: PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN POR ATRIBUTOS, o su equivalente la norma ISO 2859-1: 1989, considerando una Inspección General de Nivel I, con un Plan de Muestreo Simple para Inspección Normal, y con un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) igual a Cuatro (4).

En el caso del tratamiento de preservación, sea inspeccionada por carga de fabricación, para el cual la unidad principal fue la carga según las normas indicadas en el numeral 4.2.2 de la presente especificación, y el tamaño de lote estará definido por la cantidad total de cargas. El tamaño de la muestra de las cargas y su nivel de inspección estará determinado según lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1 1999: PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN POR ATRIBUTOS, o su equivalente la norma ISO 2859-1: 1989, considerando una Inspección General de Nivel I, con un Plan de Muestreo Simple para Inspección Normal, y con un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) igual a 2,5.

#### **4.2.7 Entrega**

Los postes serán entregados y apilados por lote en los almacenes del propietario a costo del proveedor, de acuerdo a la norma ANSI O5.1 sección 8.1 y 8.2; bajo el método “Apilado Cruzado” (base – cabeza), hasta ocho (8) camas. Los durmientes y cuñas que se utilicen serán de madera aserrada tratada.

El apilado será ejecutado por el proveedor utilizando grúa y montacargas con accesorios que eviten daños mecánicos a los postes. Se evitarán defectos ocasionados durante su transporte, que se indican en la sección 8.3 y 8.4 norma ANSI O5.1.

Los postes apilados serán protegidos con toldos de yute de color claro, instalados a 100 centímetros sobre el punto medio de la última cama de postes. El propietario se reserva el derecho a rechazar los postes en destino final, si alguno de ellos no se ajusta a la presente Especificación Técnica y si éstas superan el 2% del total de los postes, el proveedor deberá reponer el total de postes rechazados en un período de un tercio (1/3) del plazo del contrato, los gastos que ocasionen esta reposición serán a cuenta del proveedor. Asimismo, si el rechazo de postes defectuosos en destino final fuera igual o mayor al 20%, se rechazará todo el suministro, debiendo el proveedor gestionar y cubrir todo gasto de su reexportación en un plazo de treinta días calendario a partir de la fecha en que se le comunique el rechazo.

#### **4.2.8 Información técnica requerida**

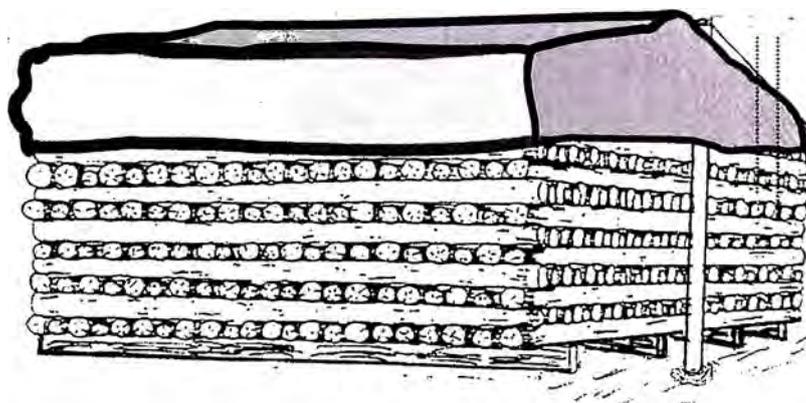
##### **a) Información Técnica**

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- El método de secado para la especie ofertada.

- En el caso de ofertar postes fabricados con normas distintas a las indicadas en el numeral 4.2.2.
- Certificado de la especie forestal ofertada.
- Certificado de primer corte, solo para oferta con especies forestales Latifoliadas.
- El currículum de las tres empresas de Inspección Independiente.
- El Cronograma de producción mensual e inspección de los postes en fábrica.
- Propuesta del protocolo de la Inspección Independiente.
- Formato de la hoja de carga que usará el proveedor durante el preservado.
- Diseño de una estructura de madera provista de techo, que permita dar sombra a los postes durante su almacenamiento.
- Recomendaciones para el transporte, montaje y mantenimiento de los suministros.

**b) Apilado de postes bajo sombra**

Para postes de 13, 12 y 11 metros el apilado debe tener hasta 8 camas y cuatro filas de durmientes de madera aserrada tratada



**Figura 4.1 Apilado de postes de madera**

**4.2.9 Tabla de datos técnicos garantizados para poste de madera importada**

La tabla de datos técnicos garantizados se muestra en el anexo I.

**4.3 Crucetas de madera de procedencia nacional**

**4.3.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para el dimensionamiento, aspecto físico, definición de propiedades, fabricación, tratamiento de preservación, inspección, pruebas y entrega de crucetas de madera de procedencia nacional que se utilizarán en Líneas Aéreas.

### 4.3.2 Normas Aplicables

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

- ITINTEC 251.001      Glosario de Maderas
- ITINTEC 251.005      Crucetas de Madera
- ITINTEC 251 026      Penetración y Retención
- ITINTEC 251.034      Preservación a Presión
- ITINTEC 251.035      Composición química del Preservante y Retención.

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

### 4.3.3 Condiciones ambientales

Las estructuras se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

Altitud sobre nivel del mar	hasta 4700 m.
Humedad relativa	50 a 95%
Temperatura ambiente	-15 °C a 30 °C
Precipitación pluvial	moderada a intensa

### 4.3.4 Requerimientos técnicos del material

#### a) Generalidades

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

#### b) Especie forestal

Las crucetas de madera de procedencia nacional serán fabricados de la especie forestal *Cedrelingacatenaeformis* denominada comercialmente Tornillo rojo. La madera deberá ser de primer corte, de densidad selecta, cuyas características mecánicas deberán ser iguales o superiores a las consignadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

#### c) Defectos prohibidos

No se aceptarán las crucetas que presenten los siguientes defectos:

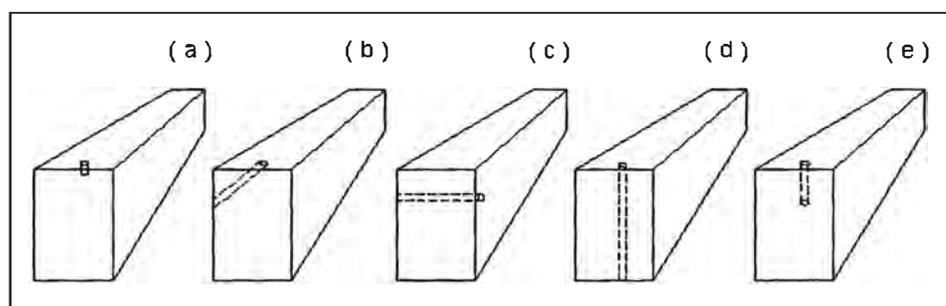
- Rajaduras transversales o fracturas.
- Nudos con podredumbre de madera.
- Madera de tensión.

- 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.

#### d) Defectos limitados

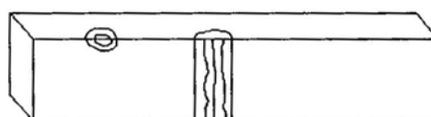
El grano deberá ser paralelo al eje longitudinal de la cruceta, su desviación no debe exceder de 25 mm en 250 mm de longitud paralela a la arista.

No se admitirá agujeros de nudos, ni orificios producidos por insectos que exceda a 10 mm de diámetro y de 15 mm de profundidad (Figura N° 1a). Tampoco se aceptarán orificios producidos por insectos o nudos que conecten diferentes caras de las crucetas (Ver Figura N° 1 b, c, d, e).



**Figura N° 4.2 Profundidad y orientación de los orificios en las crucetas**

En cualquiera de las caras no se aceptará nudos que tengan un diámetro mayor a un 1/3 del ancho de la cruceta y brazo; ni nudos que se encuentren en la arista o conecten dos aristas opuestas.



**Figura 4.3 Nudos ubicados en la arista y entre aristas**

En cualquiera de las caras de las crucetas no se aceptarán nudos en racimo o en grupo. La longitud de una grieta en cualquiera de las caras de la cruceta, no debe ser mayor a un octavo 1/8 de la longitud nominal de la cruceta. En cualquiera de las

secciones finales, la longitud o profundidad de una sola grieta no debe ser mayor a la mitad ( $\frac{1}{2}$ ) del ancho de la cruceta; o la suma de profundidades en las caras opuestas no debe ser mayor a la mitad ( $\frac{1}{2}$ ) del ancho de la cruceta.

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

#### e) Secado

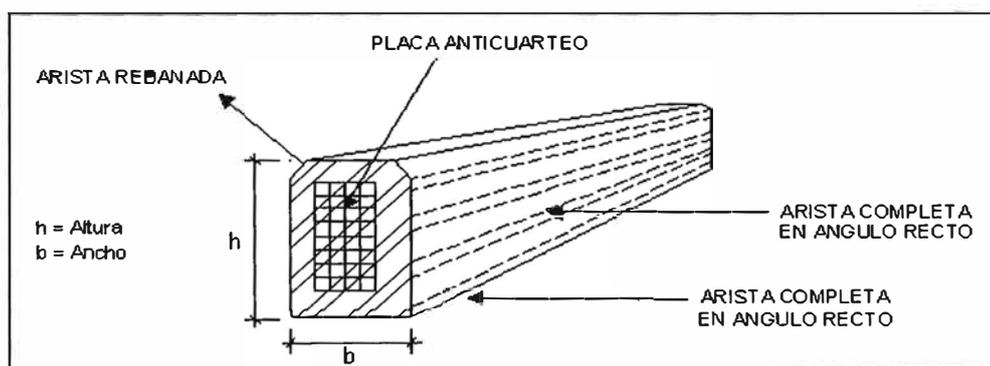
Previamente al tratamiento de preservación las crucetas deberán secarse al horno hasta un contenido de humedad no mayor al 22% medido a dos centímetros de profundidad, aceptándose un gradiente de humedad no mayor al 5% del centro hacia la superficie de la cruceta.

#### f) Fabricación

Las crucetas deberán tener el grano paralelo, el corte debe ser limpio y escuadrado en las secciones finales. Asimismo, las crucetas deberán ser cepilladas y lijadas en sus cuatro caras y no se aceptará astillados por un incorrecto cepillado.

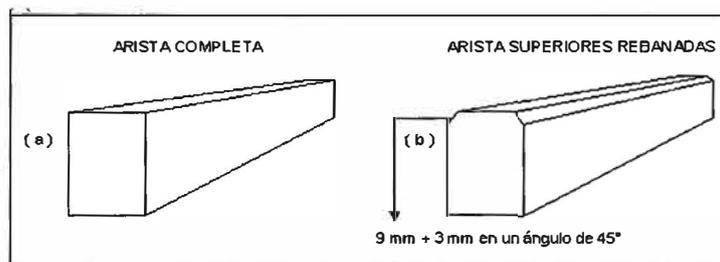
En las crucetas se aceptará una tolerancia de  $\pm 3$  mm ( $\pm 1/8''$ ) en el lado mayor de la sección (h) y hasta  $\pm 2$  mm en el lado menor (b), medidos a la mitad y en extremos.

La longitud de la cruceta y brazos no deberá ser menor ni mayor a 6 mm respecto a la nominal especificada, las crucetas no deberán presentar perforaciones de ningún tipo, se aceptará incisiones no mayores a 5 mm de profundidad en las crucetas.

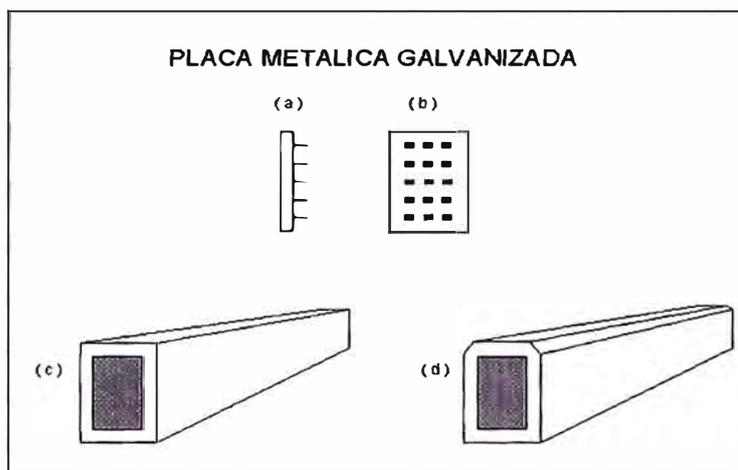


**Figura N° 4.4 Cruceta con chamfer en las aristas superiores e incisiones**

La sección de las crucetas deberá tener forma rectangular con las aristas completas; solo para las crucetas se aceptará el rebanado (Chamfer) en las aristas superiores en una dimensión de 9 mm  $\pm 3$  mm en un ángulo de 45°.



**Figura 4.5 Sección completa y rebanada de crucetas**



**Figura 4.6 Placas anticuardeo secciones finales de la cruceta**

Se aceptará placas anticuardeo fabricadas de acero galvanizado en las dos secciones extremas de las crucetas.

#### **g) Preservado**

Las crucetas deben ser 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  $4 \text{ kg/m}^3$  en dirección al grano, con una penetración parcial irregular y absorción de buena a moderadamente permeable (PADT – REFORT).

Todas las crucetas deberán tener una placa metálica o marca en bajo relieve que consigne el número de carga que le corresponde.

El proveedor deberá sustentar la calidad del preservante con un certificado, que consigne su composición química y balance porcentual, los mismos que deben estar de acuerdo con las prescripciones de las normas indicadas en el numeral 2 de la presente Especificación Técnica.

Se muestreará 10 crucetas por carga para el análisis de retención, si se encontrara que una de las muestras no cumple con la retención requerida en esta especificación se rechazará la carga.

#### **4.3.5 Características técnicas**

Las crucetas que el proveedor oferte deberán cumplir con las características consignadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados de la presente especificación. Las dimensiones solicitadas corresponden al acabado final.

#### **4.3.6 Marca**

Todas las crucetas serán 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.

#### **4.3.7 Inspección y pruebas**

Previamente a la aceptación del íntegro de los suministros, se efectuara dos tipos de inspección y pruebas, una primera inspección durante el proceso de fabricación a cargo de una empresa o profesional independiente del proveedor y del propietario (Inspección Independiente en Fábrica) y la segunda inspección a cargo de un especialista del propietario (Inspección del Propietario en Fábrica).

##### **a) Inspección independiente en fábrica**

Para la inspección independiente, el proveedor propondrá una empresa o profesional especializado, quien deberá demostrar haber efectuado inspecciones a un mínimo de 1 000 crucetas a Vacío Presión; además presentará carta original firmada declarando conocer la presente Especificación Técnica y estar apto para realizar la inspección de las crucetas

El proveedor presentará a la Inspección Independiente el Cronograma de producción mensual de las crucetas, señalando las diferentes etapas de producción; asimismo, presentará el protocolo de inspección, para la revisión y conformidad del propietario.

Las labores que la inspección independiente realizará y reportará al propietario, comprenderá como mínimo las siguientes actividades:

**Inspección antes del tratamiento** Previamente al proceso de secado verificará, certificará e informará al propietario que las crucetas son de la especie forestal ofertada,

de primer corte y de madera de densidad selecta. El fabricante dará al inspector independiente las facilidades y correrá con los gastos que éstas demanden.

Verificará y aprobará el proceso de secado de las crucetas por el método propuesto por el proveedor de acuerdo con las normas indicadas en el numeral 2 de la presente Especificación.

Verificará que las crucetas cumplan con la presente Especificación Técnica, en cuanto a su contenido de humedad, fabricación, dimensiones, acabados y defectos permisibles.

Las crucetas que cumplan con lo indicado en este numeral serán sellados en una de las secciones finales por la inspección independiente en señal de aprobación y quedarán listos para el tratamiento de preservación.

**Inspección durante el tratamiento de preservación** Antes de iniciar el tratamiento de preservación, la Inspección Independiente verificará y aprobará para cada carga la calidad del preservante, utilizando el laboratorio de la inspección independiente o del fabricante previa certificación de calibración vigente de sus equipos e instrumentos.

Verificará los procesos del tratamiento de preservación de las crucetas de acuerdo con las prescripciones de las normas indicadas en el numeral 2 de la presente especificación técnica.

Al finalizar la impregnación, evaluará y aprobará el programa de preservación aplicado por cada carga.

Tomará muestras para determinar la penetración y la retención del preservante por cada carga, utilizando el laboratorio de la inspección independiente o del fabricante previa certificación de calibración vigente de sus equipos e instrumentos.

**Inspección independiente después del tratamiento de preservación** Aprobado el tratamiento de preservación de cada carga e inspeccionados los aspectos físicos (defectos permisibles, curvatura, dimensiones) y el tratamiento de preservación, la inspección independiente marcará con su sello cada cruceta y brazo en la sección final opuesta al marcado anteriormente (numeral 7.1.1) en señal de conformidad.

Si los resultados de penetración y retención de una carga de cruceta y brazo no cumplieran con la Especificación Técnica solicitada se rechazará toda la carga. La decisión para el retratamiento del lote rechazado se tomará solo con la conformidad de la inspección independiente y sin costo alguno para el propietario.

Verificará el proceso de almacenamiento en fábrica previamente a la inspección del propietario y del embarque.

La inspección independiente enviará al propietario las hojas de carga debidamente firmadas, con los resultados del análisis de retención, antes que las crucetas sean transportados.

**Verificaciones de la inspección independiente** Las verificaciones que efectúe la inspección independiente cubrirán las diferentes etapas de producción de las crucetas, y serán efectuadas al 100% del suministro. Durante el proceso de inspección, se rechazará el lote inspeccionado si se encontrara una proporción igual o mayor al 5 % de crucetas defectuosas.

La inspección independiente entregará el informe final al propietario, 10 días antes de su transporte o despacho, indicando en forma detallada la inspección, verificación y control realizados, en cada etapa del proceso de producción, mediante el cual sustentará la aprobación del 100% de las crucetas.

El proveedor emitirá un certificado, en original, de la especie forestal y el de la calidad de fabricación de las crucetas de acuerdo con las normas descritas en el numeral 2 y la presente Especificación Técnica; el cual será visado por la inspección independiente. Incluirá las hojas de carga y sus respectivos resultados de retención por carga, firmados y aprobados por la inspección independiente.

#### **b) Inspección del propietario en fábrica**

El proveedor programará como mínimo, una inspección en fábrica por parte del propietario, para verificar los trabajos realizados por el Fabricante y la Inspección independiente. Durante esta inspección, el proveedor informará a la inspección del propietario las cantidades de crucetas que se encuentran en estado húmedo, seco y tratado; y brindará las facilidades de materiales y equipos para el control de humedad y retención. La inspección del propietario desarrollará las siguientes actividades:

Verificación de las características físicas y de fabricación requeridas en la presente Especificación Técnica (dimensiones, secado, defectos, marcado, fabricación, curvatura, contenido de humedad, acabados, accesorios), para el cual deberá considerarse que el tamaño de la muestra y el nivel de inspección estará determinado según lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1 1999: “Procedimientos de muestreo para inspección por atributos”, o su equivalente la norma ISO 2859-1: 1989, considerando una

Inspección General de Nivel I, con un Plan de Muestreo Simple para Inspección Normal, y con un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) igual a cuatro (4).

En el caso del tratamiento de preservación, se inspeccionará por carga de fabricación, para el cual la unidad principal será la carga según las normas indicadas en el numeral 2 de la presente especificación, y el tamaño de lote estará definido por la cantidad total de cargas. El tamaño de la muestra de las cargas y su nivel de inspección estará determinado según lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1 1999: “Procedimientos de muestreo para inspección por atributos”, o su equivalente la norma ISO 2859-1: 1989, considerando una Inspección General de Nivel I, con un Plan de Muestreo Simple para Inspección Normal, y con un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) igual a 2,5.

Los rechazos y modificaciones a los que se refieren los numerales 7.1 y 7.2 no generarán mayores costos al propietario.

#### **4.3.8 Almacenamiento y lugar de entrega**

El Proveedor deberá entregar las crucetas en los almacenes del Propietario debidamente ordenados y apilados horizontalmente sobre durmientes de madera y cubiertos con un techo que ofrezca sombra permanente a cada ruma (Ver Figura N° 6). Las condiciones de almacenamiento permitirán mantener el nivel, ventilación y protección de las crucetas contra los rayos solares y lluvia.

El costo de las actividades de apilado, así como de los materiales y equipos necesarios para cumplir con este requerimiento, estarán incluidos en el costo total del suministro.

Será responsabilidad del Proveedor la carga, descarga y entrega de las crucetas debidamente apilados sobre durmientes de madera; cualquier deficiencia debido a un mal almacenaje será atribuido al Proveedor.

Para el apilado se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Las crucetas serán 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 apilados deberán mantenerse bajo sombra permanente y separadas con listones y filetes de madera entre hileras de crucetas y paquetes de tal manera que permita la libre circulación de aire.

- En la carga, descarga y apilado no se deberá usar maquinaria y/o herramientas con puntas que dañen las crucetas.

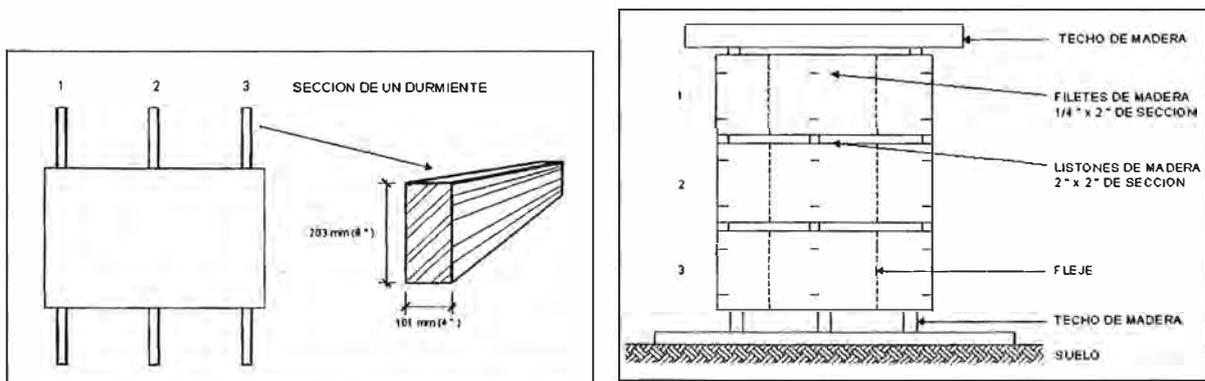
El propietario se reserva el derecho de rechazar en destino final, las crucetas que no cumplan con esta Especificación Técnica; y si éstas superan el 2% del total de las crucetas, el proveedor deberá reponer el total de crucetas rechazadas en un período de un tercio (1/3) del plazo del contrato; los gastos que ocasionen esta reposición deberán ser de cuenta del proveedor.

Asimismo, si el rechazo de crucetas defectuosos en destino final fuera igual o mayor al 20%, se rechazará todo el suministro, debiendo el proveedor gestionar y cubrir todo gasto de su reexportación en un plazo de treinta días calendario a partir de la fecha en que se le comunique el rechazo.

#### 4.3.9 Información técnica requerida

El proveedor deberá entregar la siguiente documentación técnica.

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- El método de secado para la cruceta de madera.
- Certificado de la especie forestal ofertada.
- Certificado de primer corte expedido por el Ministerio de Agricultura más cercano a la localidad donde se encuentra el bosque ofertado para la fabricación de crucetas requerido bajo esta especificación.
- El currículum de la empresa y/o profesional de Inspección Independiente.
- El Cronograma de producción e inspección en fábrica de las crucetas de madera.
- Propuesta del protocolo de la Inspección Independiente.
- Formato de la hoja de carga que utilizará el fabricante.
- Símbolos y codificación para el marcado de las crucetas.



**Figura 6 Apilado de Crucetas en el almacén Sección y durmientes por ruma**

#### 4.3.10 Tabla de datos técnicos garantizados

La tabla de datos técnicos garantizados se muestra en el anexo I.

### 4.4 Aisladores tipo pin de porcelana

#### 4.4.1 Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de aisladores tipo pin, que se utilizarán en líneas primarias.

#### 4.4.2 Normas aplicables

Los aisladores tipo pin, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión, vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- ANSI C.29.1 American National Standard Test Methods for Electrical Power Insulators
- ANSI C29.6 American National Standard for Wet-Process Porcelain Insulators (High-Voltage Pin Type)

En el caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

#### 4.4.3 Condiciones ambientales

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4700 m
- Humedad relativa : entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente : -15 °C y 30 °C
- Contaminación ambiental : De escasa a moderada

#### 4.4.4 Condiciones de operación

- Tensión de servicio de la red : 22,9 kV
- Tensión máxima de servicio : 25 kV
- Frecuencia de la red : 60 Hz
- Naturaleza del neutro : efectivamente puesto a tierra

#### 4.4.5 Características técnicas

Los aisladores tipo pin serán de porcelana, de superficie exterior vidriada; tendrán las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

El roscado del agujero en el que se alojara la espiga de cabeza de plomo será efectuado sobre la misma porcelana del aislador, sin la necesidad de emplear accesorios o materiales con características distintas a la porcelana.

#### **4.4.6 Pruebas**

Los aisladores tipo pin deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo a las normas consignadas en el numeral 2 de la presente especificación.

##### **a) Pruebas de Diseño**

Las pruebas de diseño a prototipos deberán ser sustentados con la presentación de certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor. Estas pruebas comprenderán:

- Prueba de tensión de flameo en seco a baja frecuencia.
- Prueba de tensión de flameo bajo lluvia a baja frecuencia.
- Prueba de tensión crítica de flameo al impulso positivo.
- Prueba de tensión crítica de flameo al impulso negativo.
- Prueba de tensión de radiointerferencia.
- Prueba de cambio brusco de temperatura.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

##### **b) Pruebas de Calidad**

Las pruebas de calidad deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de aisladores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen.

Estas pruebas comprenderán:

- Inspección visual y verificación de las dimensiones.
- Pruebas de porosidad.
- Pruebas de carga mecánica a la flexión.
- Verificación de las dimensiones y tolerancias del agujero para la espiga.
- Pruebas de perforación.

- **Prueba de cambio brusco de temperatura**

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados y reportes de prueba serán redactados solamente en idioma Español o Inglés.

**c) Pruebas de Rutina**

Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los aisladores a ser suministrados. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de certificados emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro de los suministros cumple satisfactoriamente con todas las pruebas solicitadas.

Estas pruebas comprenderán:

- Prueba de flameo de rutina.
- Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.
- Los certificados deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

#### **4.4.7 Marcado**

Los aisladores deberán tener marcas indelebles con la siguiente información mínima:

- Nombre del Fabricante
- Año de Fabricación
- Carga Máxima de Flexión en kN
- Clase de Aislador según ANSI

#### **4.4.8 Embajale**

Los aisladores deberán ser embalados en jabas de madera resistente aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable, evitando el contacto físico entre los aisladores. Las jabas deberán estar agrupadas sobre paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas fabricadas con material no metálico de alta resistencia, a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Adicionalmente, cada paleta deberá ser cubierta con un plástico transparente para servicio pesado. Cada caja deberá tener ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Tipo de aislador según ANSI
- Cantidad de aisladores
- Masa neta en kg
- Masa total en kg

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

#### **4.4.9 Almacenaje y recepción de suministros**

El contratista deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, la cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque.

Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados.

#### **4.4.10 Almacenaje y recepción de suministros**

El contratista deberá contar con la siguiente documentación técnica:

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- En el caso de ofertar suministros fabricados con normas distintas a las indicadas en el numeral 2., el contratista deberá adjuntar una copia de las mismas.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Catálogos del fabricante precisando los códigos de los suministros, las dimensiones, características de operación mecánica y eléctrica y la masa.

#### **4.4.11 Tabla de datos técnicos garantizados**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I

## **4.5 Espigas para aisladores tipo pin**

### **4.5.1 Alcances**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de espigas para aisladores tipo pin que se utilizarán en líneas primarias.

### **4.5.2 Normas aplicables**

Las espigas, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación.

- ANSI C 135.17 American national standard for galvanized ferrous bolt-type insulator pins with lead threads for overhead line construction
- ANSI C 135.22 American national standard for galvanized ferrous pole-top insulator pins with leads threads for overhead line construction
- ANSI B18.2.2 American national standard for square and hex nuts
- ASTM A 153 Zinc coating (hot dip) on iron and steel hardware
- UNE 21-158-90 Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión

### **4.5.3 Condiciones ambientales**

Las espigas se instalarán en una zona con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4700 m
- Humedad relativa entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente entre -15 °C y 30 °C
- Contaminación ambiental De escasa a moderada

### **4.5.4 Características generales**

#### **a) Materiales**

Los materiales para la fabricación de las espigas serán de hierro maleable o dúctil, o acero forjado, de una sola pieza. El roscado en la cabeza de las espigas se hará utilizando una aleación de plomo de probada calidad.

Los materiales a utilizarse serán de un grado y calidad tales que garanticen el cumplimiento de las características mecánicas establecidas en las normas señaladas. Las espigas serán galvanizadas en caliente después de su fabricación y antes del vaciado de la

rosca de plomo. Las espigas tendrán una superficie suave y libre de rebabas u otras irregularidades.

#### **b) Características**

Las espigas tendrán las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados

Cada espiga recta para cruceta deberá ser suministrada con una tuerca cuadrada, una contratuerca cuadrada de doble concavidad y una arandela cuadrada plana de 75 x 75 x 4,76 mm, tal como se detalla en la lámina adjunta. Estos accesorios serán suministrados debidamente ensamblados a la espiga y no en forma separada.

La configuración física de las espigas, así como sus dimensiones detalladas, y accesorios se muestran en las láminas adjuntas.

#### **4.5.5 Pruebas**

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de espigas a ser suministradas, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, quien certificará que los resultados obtenidos en todas las pruebas señaladas en las Normas consignadas en el acápite 2 están de acuerdo con esta especificación.

Para las Pruebas Tipo o de Diseño se deberá considerar las prescripciones de las Normas ANSI C 135.17 y ANSI C 135.22.

Para las Pruebas de Recepción se deberá considerar los planes de muestreo y niveles de inspección indicados en la Norma UNE 21-158-90: Herrajes para líneas aéreas de alta tensión, considerando los requerimientos técnicos de las Normas ANSI C 135.17, ANSI C 135.22, ASTM A 153 y la Tabla de Datos Técnicos Garantizados. Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado. Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma español o inglés.

#### **4.5.6 Mercado**

Las espigas deberán tener marcas en alto relieve con la siguiente información técnica:

- Nombre o símbolo del Fabricante

- Carga de prueba a 10° de deflexión en kN
- Aislador tipo pin según ANSI al que deberá ser ensamblado.
  - En la espiga recta para cabeza de poste:
- Nombre o símbolo del Fabricante
- Carga de prueba a 10° de deflexión transversal en kN
- Carga de prueba a 10° de deflexión longitudinal en kN
- Aislador tipo pin según ANSI al que deberá ser ensamblado.

#### **4.5.7 Embalaje**

Las espigas serán cuidadosamente embaladas en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas no metálicas de alta resistencia a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar el deterioro de la rosca de plomo. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubiertas con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino. Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Tipo de accesorio
- Cantidad de accesorios
- Masa neta en kg
- Masa total en kg

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

#### **4.5.8 Almacenaje y recepción de suministros**

El contratista deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recibidos.

#### **4.5.9 Inspección y pruebas en fábrica**

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada.

El contratista deberá contar con la siguiente documentación técnica:

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Catálogos del fabricante precisando los códigos de los suministros, sus dimensiones, masa, etc.

#### **4.5.10 Tabla de datos técnicos garantizados de espiga recta para cruceta**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I

### **4.6 Aisladores de suspensión de porcelana**

#### **4.6.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los aisladores de suspensión de porcelana que se utilizarán en líneas y redes primarias.

#### **4.6.2 Normas aceptables**

Los aisladores de suspensión de porcelana materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- ANSI C29.1 American national standard test methods for electrical power insulators
- ANSI C29.2 American national standard for insulators wet-process procelain and toughened glass-suspensión type
- ASTM A 153 ZINC coating (hot dip) on iron and steel hardware

En el caso que el Proveedor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

#### **4.6.3 Condiciones ambientales**

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

Altitud sobre el nivel del mar	hasta 4700 m
Humedad relativa	entre 50 y 95%
Temperatura ambiente	-15 °C y 30 °C
Contaminación ambiental	de escasa a moderada

#### 4.6.4 Condiciones de operación

El sistema eléctrico en el cual operarán los aisladores de suspensión, tiene las siguientes características:

Tensión de servicio de la red	22,9 kV
Tensión máxima de servicio	25 kV
Frecuencia de la red	60 Hz
Naturaleza del neutro	Efectivamente puesto a tierra

#### 4.6.5 Características técnicas

Los aisladores de suspensión serán de porcelana de superficie exterior vidriada; el material de las partes metálicas será de acero forjado o hierro maleable galvanizado; estarán provistos de pasadores de bloqueo fabricados con material resistente a la corrosión, tal como bronce fosforoso o acero inoxidable.

Las características y dimensiones de los aisladores de suspensión se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

#### 4.6.6 Pruebas

Los aisladores tipo suspensión de porcelana deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo a las normas consignadas en el numeral 4.6.2aja de la presente especificación.

#### 4.6.7 Pruebas de Diseño

Las pruebas de diseño a prototipos deberán ser sustentados con la presentación de certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor. El diseño del aislador y los requerimientos de las pruebas a los que fueron sometidos serán completamente idénticos a los ofertados, caso contrario se efectuará las pruebas de diseño y los costos serán cubiertos por el Proveedor.

Estas pruebas comprenderán:

- Prueba de tensión de flameo en seco a baja frecuencia.
- Prueba de tensión de flameo bajo lluvia a baja frecuencia.
- Prueba de tensión crítica de flameo al impulso positivo y negativo.
- Prueba de tensión de radiointerferencia.
- Prueba de carga-tiempo
- Prueba de cambio brusco de temperatura.

- Prueba de resistencia de carga mecánica residual.
- Prueba de impacto
- Prueba del pasador de seguridad

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

#### **4.6.8 Pruebas de Calidad**

Las pruebas de calidad deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de aisladores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse un (01) juego de certificado incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, para la aprobación del Propietario.

Estas pruebas comprenderán:

- Inspección visual y verificación de las dimensiones.
- Pruebas de porosidad.
- Pruebas del galvanizado.
- Pruebas de carga electromecánica combinada.
- Pruebas de perforación.
- Prueba de cambio brusco de temperatura.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado. Los certificados y reportes de prueba serán redactados solamente en idioma Español o Inglés.

#### **4.6.9 Pruebas de Rutina**

Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los aisladores a ser suministrados. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de un (01) juego de certificado emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro de los suministros cumplen satisfactoriamente con todas las pruebas solicitadas.

Estas pruebas corresponderán:

- Prueba de carga mecánica de rutina
- Prueba de tensión de flameo de rutina.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado. Los

certificados deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

#### **4.6.10 Marcado**

Los aisladores deberán tener marcas indelebles con la siguiente información:

- Nombre del Fabricante
- Año de Fabricación
- Carga Electromecánica combinada en kN
- Clase de Aislador según ANSI

#### **4.6.11 Embalaje**

Los aisladores deberán ser embalados en jabas de madera resistente aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable, evitando el contacto físico entre los aisladores. Las jabas deberán estar agrupadas sobre paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas fabricadas con material no metálico de alta resistencia, a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Adicionalmente, cada paleta deberá ser cubierta con un plástico transparente para servicio pesado. Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Tipo de aislador según ANSI
- Cantidad de aisladores
- Masa neta en kg
- Masa total en kg

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

El Proveedor deberá suministrar una reserva de aisladores no menor al 0,5 % del suministro, cuyo costo estará incluido en el precio cotizado.

#### **4.6.12 Almacenaje y recepción de suministros**

El Proveedor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas

una sobre otra y, de ser el caso, la cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Proveedor.

#### **4.6.13 Inspección y pruebas en fábrica**

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario.

Los proveedores deberán presentar la siguiente documentación técnica:

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Catálogos del fabricante precisando los códigos de los suministros, las dimensiones, características de operación mecánica y eléctrica y la masa.

#### **4.6.14 Tabla de datos técnicos garantizados de aislador de suspensión de porcelana**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I

### **4.7 Herrajes de cadenas de aisladores**

#### **4.7.1 Alcances**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de herrajes de cadenas de aisladores que se utilizarán en líneas de transmisión.

#### **4.7.2 Normas aplicables**

Los herrajes materia de la presente especificación cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

- UNE 21-158-90: Herrajes para Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
- ASTM A 153 Zinc Coating (hot dip) on Iron and Steel Hardware
- ASTM B 6 Specification for Slab Zinc

- ASTM B 201 : Testing Chromate Coatings on Zinc and Cadmium Surfaces  
En el caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

#### 4.7.3 Alcances

La presente especificación se refiere a los accesorios que se indican a continuación:

- Anillo – Bola
- Casquillo - Ojo
- Casquillo - Ojo alargado
- Ojo – Bola
- Casquillo - Horquilla
- Grillete
- Extensión Platina
- Prolongadores
- Estribos para contrapesos
- Contrapesos
- Tensores
- Grapa de suspensión
- Grapa de suspensión para el conductor
- Grapa de anclaje para el conductor
- Grapa de suspensión para el cable de guarda
- Grapa de anclaje para el cable de guarda

#### 4.7.4 Características de los materiales

Los herrajes de los aisladores serán fabricados de acero forjado o hierro maleable de buena calidad; presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades, crestas y cualquier otra alteración del material. Para evitar el aflojamiento de los elementos roscados se utilizarán dispositivos de bloqueo tales como arandelas de presión, pasadores, etc.

Todos los elementos que componen los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión, bien sea por la propia naturaleza del material o bien por la aplicación de una protección adecuada.

La elección de los materiales constitutivos de los herrajes deberá realizarse teniendo en cuenta que no puede permitirse la puesta en contacto de materiales cuya diferencia de potencial galvánico puede originar corrosión de naturaleza electrolítica. Los materiales de hierro y acero, salvo el acero inoxidable, deberán protegerse mediante galvanizado en caliente de acuerdo con la norma ASTM A153.

Los herrajes que se ofrezcan deberán ser tales que permitan un adecuado ensamble con las piezas asociadas.

**a) Características Mecánicas**

Las características mecánicas a comprobar son: dureza, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento y resiliencia. La carga de rotura especificada de los herrajes será la que se utilice como límite inferior durante las pruebas.

Las características obtenidas de los ensayos y análisis deberán estar de acuerdo con lo especificado en las normas indicadas en el numeral 2 de la presente especificación referente al material y tratamiento que corresponda al herraje. En el caso que el proceso o el material no se ajuste a lo especificado en las normas indicadas en el numeral 2, el fabricante facilitará y justificará, previamente, las características mecánicas que correspondan.

**b) Características químicas y metalográficas**

La composición química de los materiales estará de acuerdo con las normas indicadas en el numeral 2. El fabricante facilitará y justificará, previamente, el uso de un material cuya composición química no esté indicada en tales normas.

El estado metalográfico del material deberá corresponder al proceso especificado para cada herraje.

**c) Características eléctricas**

Los herrajes presentarán características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las interferencias radioeléctricas por encima de los límites fijados.

**d) Marcas**

Todos los herrajes tendrán marcado, con caracteres indelebles y fácilmente legibles, como mínimo, la siguiente información:

- El nombre del fabricante o marca de fábrica
- La referencia o número de catálogo según el fabricante
- Año de fabricación

#### **4.7.5 Características particulares del diseño**

##### **a) Adaptadores ojo-bola (ball-eye), casquillo-ojo (socket-eye), ojo-horquilla (eye-clevis), grilletes, extensión platina, estribo de contrapesos, etc**

Todas las partes metálicas estarán libres de herrumbres, rebabas, aristas cortantes y otros defectos y serán lisas de tal modo que las piezas interconectadas puedan ensamblarse adecuadamente y desmanteladas fácilmente.

Todas las piezas de hierro o acero serán galvanizadas en caliente por inmersión. La capa de zinc del galvanizado será de 550 gr/m. para la ferretería y 400 gr/m. para los pernos y tuercas.

Los pernos y tuercas serán galvanizados después de haber sido roscados; el exceso de zinc será eliminado y enroscarán suavemente a mano en toda la longitud de la parte roscada.

El diámetro mínimo de los pernos será de 16 mm. Todos los pasadores de horquilla serán de metal no ferroso y serán autobloqueadores.

##### **b) Tensores de anclaje**

Las cadenas de anclaje para conductores en los extremos de los tramos con menos de 5 vanos serán equipadas en el lado de la estructura con tensores de anclaje para la regulación de la tensión y la flecha.

Serán equipados con dispositivos que impidan el autodesenvolvimiento bajo condiciones de carga más desfavorables sean estáticas y/o dinámicas. El rango de regulación será no menor a 0.30 m.

##### **c) Prolongadores**

Para evitar acercamientos entre partes puestas en tensión y masa en las estructuras de ángulo, tendrán todas las características de las piezas sujetas a esfuerzo mecánico.

##### **d) Grapas de suspensión para conductor y cable de guarda**

Las grapas de suspensión para los conductores de fase serán del tipo cable pasante, tan livianas como sea posible y serán de aluminio o de aleación de aluminio.

La grapa deberá tener el menor momento de inercia posible y deberá poder balancear libremente en el plano vertical hasta un ángulo de 60° con la horizontal.

La cuña inferior de las grapas de suspensión será larga por lo menos 10 veces el diámetro del conductor correspondiente, mientras que el taco superior tendrá el largo mínimo compatible con una distribución uniforme de la presión de ajuste.

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

El radio de curvatura de la ranura de la grapa en correspondencia de la extremidad del taco superior no será inferior a 25 veces el diámetro del respectivo conductor, y deberá ser tal como para permitir el contacto del conductor con la ranura, fuera del taco del ajuste, por un largo de a lo menos 3 veces el diámetro del conductor.

Las embocaduras de la ranura de soporte en las piezas en contacto con el conductor serán adecuadamente acampanadas.

Las grapas de suspensión no permitirán ningún deslizamiento ni deformación o dato al conductor, con tensiones inferiores a 50% de la máxima tensión en el respectivo conductor.

Para cables de guarda de acero galvanizado, se utilizará hierro maleable o acero forjado.

**e) Grapas de anclaje para conductor y cable de guarda**

Serán del tipo compresión, de aluminio de una pureza no menor de 99.5%.

Las grapas de anclaje no permitirán ningún deslizamiento o daño de otro tipo del respectivo conductor.

Incluirá todos sus accesorios, como pernos de ojo para fijar el cuello muerto, etc.

La parte inferior del anclaje de la grapa de anclaje será diseñada de tal manera de facilitar la salida del cuello muerto necesario para dar continuidad eléctrica a la línea, en tal sentido su inclinación será de preferencia de 30°; pero en ningún caso inferior a 10°.

La carga de ruptura de la grapa no deberá ser inferior al 90% del respectivo conductor.

Para cables de guarda de acero galvanizado, se utilizará hierro maleable o acero forjado.

#### **4.7.6 Inspección y pruebas**

Todos los accesorios de los aisladores deberán cumplir, donde sea pertinente, con las pruebas Tipo, de Muestreo y de Recepción, descritas en la norma UNE 21-158.

**a) Pruebas Tipo**

Los herrajes de aisladores materia de la presente especificación deberán cumplir satisfactoriamente las pruebas Tipo. Se aceptarán reportes certificados de pruebas Tipo que demuestren que los herrajes han pasado satisfactoriamente estas pruebas, siempre y

cuando el diseño de tales accesorios y los requerimientos de pruebas no hayan cambiado.

Las pruebas Tipo, de acuerdo con la norma UNE 21-158, comprenden:

- Control del material de los accesorios.
  - Comprobación de la fabricación.
  - Comprobación de las medidas.
  - Comprobación de los elementos roscados
  - Ensayo de la carga de rotura
  - Ensayos eléctricos
- b) Pruebas de Muestreo**
- Comprobación del aspecto y acabado de los accesorios
  - Comprobación de las medidas
  - Comprobación de la protección anticorrosiva.
  - Comprobación de los elementos roscados
  - Ensayo de la carga de rotura
  - Comprobación de la estructura metalográfica.
  - Comprobación de las marcas.
- c) Pruebas de Recepción**

Estas pruebas permiten la comprobación por parte del Propietario que el Fabricante ha realizado con resultados satisfactorios las Pruebas Tipo y de muestreo. Las Pruebas de Recepción comprenden:

- Comprobación y aspecto acabado de los herrajes.
- Comprobación de las medidas
- Comprobación de la protección anticorrosiva
- Comprobación de los elementos roscados
- Ensayo de la carga de rotura
- Ensayo de las características mecánicas
- Análisis químico
- Comprobación de la estructura metalográfica
- Comprobación de las marcas

Las Pruebas de Recepción se realizarán en presencia de un representante del Propietario; en tal sentido, los gastos de viaje, tales como pasajes, alimentación,

alojamiento que demanden estas actividades serán de cuenta del Proveedor.

#### **4.7.7 Embalaje**

Los herrajes descritos serán cuidadosamente embalados en cajas de madera de dimensiones adecuadas. Cada caja deberá tener impresa la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Tipo de material y cantidad
- Masa neta y total

#### **4.7.8 Información técnica requerida**

Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas. Asimismo, adjuntará catálogos del fabricante en los que se muestren fotografías o dibujos con las dimensiones, formas y características mecánicas de los accesorios.

#### **4.7.9 Tabla de datos técnicos garantizados de herrajes de cadenas de aisladores**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo 4.1

### **4.8 Conductores de aleación de Aluminio**

#### **4.8.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del conductor de aleación de aluminio que se utilizará en líneas primarias.

#### **4.8.2 Normas aplicables**

El conductor de aleación de aluminio cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

##### **Para Inspección y Pruebas**

- IEC 61089 Round Wire Concentric Lay Overhead Electrical Stranded Conductors
- IEC 60104 Aluminium-Magnesium-Silicon Alloy Wire for Overhead Line Conductors

##### **Para fabricación:**

- ASTM B398 Aluminium Alloy 6201-T81 Wire For Electrical Purposes
- ASTM B399 Concentric-Lay-Stranded Aluminium Alloy 6201-T81 Conductors

En el caso que el Proveedor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente. Las dimensiones de los conductores están consignadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados y corresponden a las normalizadas por el Propietario.

#### **4.8.3 Descripción del material**

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambón de aleación de aluminio- magnesio-silicio, cuya composición química deberá estar 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 y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

El conductor tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tablas de Datos Técnicos Garantizados de esta especificación.

#### **4.8.4 Fabricación**

El conductor de aleación de aluminio se fabricará en una parte de la planta especialmente acondicionada para tal propósito; durante la fabricación y almacenaje se deberán tomar precauciones para evitar su contaminación por cobre u otros materiales que puedan causarle efectos adversos.

En el proceso de fabricación del conductor, el fabricante deberá prever que el conductor contenido en cada bobina no tenga empalmes de ningún tipo.

#### **4.8.5 Pruebas**

Los conductores deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo a las normas consignadas en el numeral 2 de la presente especificación.

#### **4.8.6 Pruebas Tipo**

Las pruebas Tipo están orientadas a verificar las principales características de los conductores, por lo que deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor, demostrando que los conductores han cumplido satisfactoriamente estas pruebas. El diseño del conductor y los requerimientos de las pruebas a los que fueron sometidos serán

completamente idénticos a los ofertados, caso contrario se efectuará las pruebas de diseño y los costos serán cubiertos por el Proveedor.

Estas pruebas comprenderán:

- Prueba de soldadura de los alambres de aleación de aluminio.
- Prueba para la determinación de curvas esfuerzo-deformación (stress-strain) del conductor.
- Prueba para determinar la carga de rotura del conductor.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados sólo en idioma Español o Inglés.

#### **4.8.7 Pruebas de Muestreo**

Las pruebas de muestreo están orientadas a garantizar la calidad de los conductores, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de conductores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna de tres (03) entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Estas pruebas comprenderán:

- Determinación de la sección transversal del conductor.
- Medición del diámetro del conductor.
- Determinación de la densidad lineal (masa por unidad de longitud)
- Prueba de carga de rotura de los alambres del conductor.
- Verificación de la superficie del conductor.
- Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del conductor, y de la dirección del cableado (lay ratio and direction of lay).

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados y reportes de prueba serán redactados solamente en idioma Español o Inglés.

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Proveedor.

#### **4.8.8 Pruebas de Rutina**

Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de conductores durante el proceso de fabricación. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados emitidos por el fabricante, donde se precise que el íntegro de los suministros cumplen satisfactoriamente con todas las pruebas solicitadas.

- Medición de la composición química de los lotes de producción.
- Otros reportes de los ensayos de producción.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

El costo para efectuar estas pruebas estará incluido en el precio cotizado por el Proveedor.

#### **4.8.9 Embalaje**

El conductor será entregado en carretes metálicos o de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrados con listones de madera para proteger al conductor de cualquier daño y para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Todos los componentes de madera deberán ser manufacturados de una especie de madera sana, seca y libre de defectos, capaz de resistir un prolongado almacenamiento.

Las planchas, uniones y soldaduras de los carretes metálicos deberán ser sobreforzadas, a fin de evitar su deformación y deterioro durante el transporte a los almacenes y a las obras.

Las superficies internas de los carretes deberán estar cubiertas con capas protectoras de papel impermeable pesado, a fin de evitar el contacto directo del material del carrete con el conductor. Similarmente, luego de enrollar el conductor, toda la superficie del conductor será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado.

El papel impermeable externo y la cubierta protectora con listones de madera serán colocados solamente después que hayan sido tomadas las muestras para las pruebas

pertinentes.

Cada carrete deberá ser identificado (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Número de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo y formación del conductor
- Sección nominal, en mm<sup>2</sup>
- Lote de producción
- Longitud del conductor en el carrete, en m
- Masa neta y total, en kg
- Fecha de fabricación
- Flecha indicando el sentido en que debe ser rodado el carrete durante su desplazamiento

La identificación se efectuará con una pintura resistente a la intemperie y a las condiciones de almacenaje y en las dos caras laterales externas del carrete. Adicionalmente, la misma información deberá estamparse sobre una lámina metálica resistente a la corrosión, la que estará fijada a una de las caras laterales externas del carrete.

El costo del embalaje será cotizado por el Proveedor incluyendo los carretes.

La longitud total de conductor de una sección transversal determinada se distribuirá de la forma más uniforme posible en todos los carretes. Ningún carrete tendrá menos del 3% ni más del 3% de longitud real de conductor respecto a la longitud nominal indicada en el carrete.

#### **4.8.10 Almacenaje y recepción de suministros**

El Proveedor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previo a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre

otra y, de ser el caso, la cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Proveedor.

#### **4.8.11 Inspección y pruebas en fábrica**

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Proveedor.

#### **Información técnica requerida**

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Información técnica sobre el comportamiento de los conductores frente la vibración, recomendando esfuerzos de trabajo adecuados
- Curva inicial y final de una hora, 24 horas, un año y 10 años de envejecimiento, con indicación de las condiciones en las que han sido determinadas
- Catálogo del fabricante precisando el código del suministro, sus dimensiones, masa, etc.
- Planos de diseño de los carretes para aprobación del propietario.

#### **4.8.12 Tabla de datos técnicos garantizados de conductor de aleación de aluminio**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I.

### **4.9 Accesorios del conductor**

#### **4.9.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los accesorios del conductor, que se utilizarán en líneas aéreas.

#### 4.9.2 Normas de fabricación

Los accesorios materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- UNE 21-159 Elementos de fijación y empalme para conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas de alta tensión
- IEC 61897 Requirements and test for stockbridge type aeolian vibration dampers
- ASTM 153 Standard specification for zinc-coating (hot-dip) on iron and steel hardware

#### 4.9.3 Condiciones ambientales

Los accesorios del conductor se instalarán en una zona con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar hasta 4500 m
- Humedad relativa entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente -15 °C y 40 °C
- Contaminación ambiental De escasa a moderada

#### 4.9.4 Características generales

##### a) Materiales

Los materiales para la fabricación de los accesorios del conductor serán de aleaciones de aluminio procedentes de lingotes de primera fusión.

El Fabricante tendrá a disposición del Propietario la documentación que garantice la correspondencia de los materiales utilizados con los ofertados.

##### b) Fabricación, aspecto y acabado

La fabricación de los accesorios del conductor se realizará mediante un proceso adecuado, en el que se incluyan los controles necesarios que garanticen el producto final.

Las piezas presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades, rebabas y cualquier otra alteración del material.

##### c) Protección anticorrosiva

Todos los componentes de los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión, bien por la propia naturaleza del material o bien por la aplicación de una protección adecuada. La elección de los materiales constitutivos de los elementos deberá realizarse

teniendo en cuenta que no puede permitirse la puesta en contacto de materiales cuya diferencia de potencial galvánico pueda originar corrosión de naturaleza electrolítica.

Los materiales férreos, salvo el acero inoxidable, deberán protegerse en general mediante galvanizado en caliente, de acuerdo con la Norma ASTM 153.

**d) Características eléctricas**

Los accesorios presentarán unas características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las perturbaciones radioeléctricas por encima de los límites fijados. Asimismo, la resistencia eléctrica de los accesorios vendrá limitada por lo señalado en esta especificación, para cada caso.

**4.9.5 Características específicas**

**a) Grapa de anclaje**

Será del tipo conductor pasante, fabricado con aleación de aluminio de primera fusión, de comprobada resistencia a la corrosión, tales como Aluminio-Magnesio, Aluminio-Silicio, Aluminio-Magnesio-Silicio.

El apriete sobre el conductor deberá ser uniforme, evitando los esfuerzos concentrados sobre determinados puntos del mismo. El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deberán aplicarse y los límites de composición y diámetro de los conductores.

Las cargas de rotura y deslizamiento mínima para las grapas de anclaje serán las siguientes:

- Carga de Rotura 30 kN
- Carga de Deslizamiento 30 kN

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de las secciones que se requieran. Estará provista, como mínimo, de 3 pernos de ajuste.

**b) Conector de doble vía**

Serán de aluminio y estará provista de 2 pernos de ajuste. Deberá garantizar que la resistencia eléctrica del conjunto grapa-conductor no sea superior al 75% de la correspondiente a una longitud igual de conductor; por tanto, no producirá calentamientos superiores a los del conductor. No emitirá efluvios y perturbaciones radioeléctricas por encima de valores fijados.

**c) Manguito de empalme**

Será de aleación de aluminio, del tipo compresión y presentarán una resistencia eléctrica no mayor que la de los respectivos conductores. Estarán libres de todo defecto y no dañarán al conductor luego de efectuada la compresión pertinente.

Las cargas de rotura y deslizamiento mínima para los manguitos de empalme serán como mínimo los siguientes porcentajes de la carga de rotura nominal del cable al que serán destinados:

- Carga de Rotura 95%
- Carga de Deslizamiento 90 %

Los planos de diseño deberán mostrar el número de compresiones que garantiza las cargas especificadas y el diseño del dado de compresión.

**d) Manguito de reparación**

Será de aleación de aluminio, del tipo compresión, apropiado para reforzar los conductores con alambres dañados.

Los planos de diseño deberán mostrar el diseño del dado de compresión requerido para el manguito de empalme.

**e) Pasta para aplicación de empalmes**

El suministro de manguitos de empalme y reparación incluirá la pasta especial que se utilizará como relleno de estos accesorios. El costo estará incluido en el suministro de los accesorios.

La pasta será una sustancia químicamente inerte (que no ataque a los conductores), de alta eficiencia eléctrica e inhibidor contra la oxidación.

De preferencia deberá suministrarse en cartuchos incluyendo todos los accesorios necesarios para realizar un correcto uso de ellas en los empalmes.

**f) Amortiguador de vibración**

Los amortiguadores serán del tipo STOCKBRIDGE contruidos con contrapesos de aleación de zinc, cable de acero preformado de alta resistencia. Los amortiguadores que se conectarán a los conductores tendrán grapas de aleación de aluminio adecuadas para la sección de conductor que se indica en la Tabla de datos Técnicos Garantizados

**g) Grapa de Suspensión**

Las grapas de suspensión para los conductores de fase serán del tipo cable pasante, tan livianas como sea posible y serán de aluminio o de aleación de aluminio.

La grapa deberá tener el menor momento de inercia posible y deberá poder balancear libremente en el plano vertical basta un ángulo de  $60^\circ$  con la horizontal.

La cuña inferior de las grapas de suspensión será larga por lo menos 10 veces el diámetro del conductor correspondiente, mientras que el taco superior tendrá el largo mínimo compatible con una distribución uniforme de la presión de ajuste.

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

El radio de curvatura de la ranura de la grapa en correspondencia de la extremidad del taco superior no será inferior a 25 veces el diámetro del respectivo conductor, y deberá ser tal como para permitir el contacto del conductor con la ranura, fuera del taco del ajuste, por un largo de a lo menos 3 veces el diámetro del conductor.

Las embocaduras de la ranura de soporte en las piezas en contacto con el conductor serán adecuadamente acampanadas.

Las grapas de suspensión no permitirán ningún deslizamiento ni deformación o daño al conductor, con tensiones inferiores a 50% de la máxima tensión en el respectivo conductor.

Para cables de guarda de acero galvanizado, se utilizará hierro maleable o acero forjado.

#### **h) Varillas de armar para conductor**

Serán de aleación de aluminio para asegurar la protección eléctrica y mecánica de los conductores.

Las varillas de armado se instalarán sobre los conductores de fase y toda esta unidad estará dentro de la grapa de suspensión a ser descrita posteriormente.

Las varillas de armado serán de aluminio de por lo menos 1.80 m de longitud y serán del tipo preformado para ser montado fácilmente sobre los conductores, enrollados en la dirección contraria a la de la capa exterior de alambres del conductor.

Las varillas de armado deberán ser de forma tal que eviten toda posibilidad de daños a los alambres del conductor, sea durante el montaje o bajo cualquier condición de servicio.

Una vez montadas, las varillas de armado deberán proveer una capa protectora uniforme, sin intersticios, y con una presión adecuada para evitar aflojamientos debidos a envejecimiento.

#### **4.9.6 Pruebas**

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de accesorios a ser suministradas, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen.

Los reportes Pruebas Tipo necesariamente deberán ser certificados por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, considerando las prescripciones de las Normas indicadas en el numeral 2 de la presente especificación.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

#### **4.9.7 Marcado**

Los accesorios deberán tener marcas en alto relieve con la siguiente información:

- Nombre o símbolo del Fabricante
- Carga de rotura mínima en kN
- Torque máximo de ajuste recomendado N-m

#### **4.9.8 Embalaje**

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de material no metálico de alta resistencia a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar su deterioro. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubierta con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Tipo de accesorio
- Cantidad de accesorios

- Masa neta y total en kg  
Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

#### **4.9.9 Almacenaje y recepción de suministros**

El Proveedor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

#### **4.9.10 Inspección y Pruebas en Fábrica**

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario.

#### **Información técnica requerida**

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.  
Catálogos del fabricante precisando los códigos de los suministros, sus dimensiones, masa, etc.

#### **4.9.11 Tabla de datos técnicos garantizados de amortiguadores para conductor y cable de guarda**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I.

### **4.10 Cable de acero para Retenidas**

#### **4.10.1 Alcances**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del cable de acero para retenidas que se utilizarán en líneas primarias.

#### **4.10.2 Normas aplicables**

El cable de acero, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- ASTM A 475 Standard Specification for Zinc-Coated Steel Wire Strand
- ASTM A 90 Standard Test Method for Weight Of Coating on Zinc - Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles.

#### **4.10.3 Características técnicas del cable**

El cable para las retenidas será de acero galvanizado. Tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase B según la Norma ASTM A 90.

##### **a) Material**

El material de base será acero producido por cualquiera de los siguientes procesos de fabricación: horno de hogar abierto, horno de oxígeno básico u horno eléctrico; y de tal calidad y pureza que una vez trefilado a las dimensiones especificadas y cubierta con la capa protectora de zinc, el cableado final y los alambres individuales tengan las características prescritas por la norma ASTM A 475.

##### **b) Cableado**

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda.

##### **c) 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 aceptará, en ningún caso, uniones o empalmes realizados al cable terminado.

#### **4.10.4 Pruebas**

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de cable a ser suministrados, en presencia

de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen.

Salvo indicación expresa de las normas indicadas en el numeral 2.0, el tamaño de la muestra a ensayar e inspeccionar no será menor al 10% del suministro.

Las pruebas a desarrollar son:

- Verificación del número de alambres y el sentido del cableado.
- Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del cable de acero.
- Medición de la densidad lineal (masa por unidad de longitud) del cable de acero.
- Prueba de carga de rotura de los alambres
- Prueba del alargamiento (elongación) del cable.
- Prueba de la ductibilidad del acero
- Determinación del depósito de zinc sobre la superficie del alambre de acero, en  $gr/m^2$ , de acuerdo con los métodos de la norma ASTM A 90
- Prueba de la adherencia de la capa de zinc sobre los alambres de acero.
- Verificación del acabado de los alambres de acero recubiertos con zinc.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

#### **4.10.5 Embalaje**

El cable será entregado en carretes de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrados con listones de madera para protegerlo de cualquier daño y para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Todos los componentes de madera deberán ser manufacturados de una especie de madera sana, seca y libre de defectos, capaz de resistir un prolongado almacenamiento.

Las superficies internas de los carretes deberán estar cubiertas con capas protectoras de papel impermeable pesado, a fin de evitar el contacto directo del carrete con el cable de acero. Similarmente, luego de enrollar el cable, toda la superficie del cable será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado.

El papel impermeable externo y la cubierta protectora con listones de madera serán colocados solamente después que hayan sido tomadas las muestras para las pruebas pertinentes.

Cada carrete deberá ser identificado (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Número de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo, diámetro y número de alambres del cable
- Lote de producción
- Longitud del conductor en el carrete, en m
- Masa neta y total, en kg
- Fecha de fabricación
- Flecha indicativa del sentido en que debe ser rodado el carrete durante su desplazamiento.

La identificación se efectuará con una pintura resistente a la intemperie y a las condiciones de almacenaje y en las dos caras laterales externas del carrete. Adicionalmente, la misma información deberá estamparse sobre una lámina metálica resistente a la corrosión, la que estará fijada a una de las caras laterales externas del carrete.

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

La longitud total de conductor de una sección transversal determinada se distribuirá de la forma más uniforme posible en todos los carretes. Ningún carrete tendrá menos del 3% ni más del 3% de longitud real de conductor respecto a la longitud nominal indicada en el carrete.

#### **4.10.6 Almacenaje y recepción de suministros**

El Proveedor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y

aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Proveedor.

#### **4.10.7 Inspección y pruebas en fábrica**

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario.

#### **Información técnica requerida**

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Catálogos del fabricante precisando los códigos de los suministros, sus dimensiones, masa, etc.
- Curvas esfuerzo - deformación del cable.

#### **4.10.8 Tabla de datos técnicos garantizados de cable de acero para retenidas**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I.

### **4.11 Accesorios metálicos para estructuras metálicas y crucetas**

#### **4.11.1 Alcances**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de accesorios metálicos para estructuras metálicas y crucetas que se utilizarán en la línea de transmisión.

#### **4.11.2 Normas aplicables**

Los accesorios metálicos, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

- ASTM A 7 Forged Steel
- ANSI A 153 Zinc coating (hot dip) on iron and steel hardware
- ANSI C 135.1 American national standard for galvanized steel bolts and nuts for overhead line construction
- ANSI C 135.4 American national standard for galvanized ferrous eyebolts and nuts for overhead line construction
- ANSI C 135.5 American national standard for galvanized ferrous eyenuts and eyelets for overhead line construction
- ANSI C 135.3 American national standard for zinc-coated ferrous lag screws for pole and transmission line construction
- ANSI C 135.20 American national standard for line construction - zinc coated ferrous insulator clevises
- ANSI C 135.31 American national standard for zinc-coated ferrous single and double upset spool insulator bolts for overhead line construction
- ANSI B18.2.2 American national standard for square and hex nuts
- UNE 21-158-90 Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión

#### **4.11.3 Descripción de los materiales**

##### **a) Pernos Maquinados**

Serán de acero forjado galvanizado en caliente. Las cabezas de estos pernos serán cuadrados y estarán de acuerdo con la norma ANSI C 135.1

Los diámetros y longitudes de los pernos se muestran en las láminas adjuntas.

Las cargas de rotura mínima serán:

- Para pernos de 16 mm 70 kN
- Para pernos de 13 mm 55 kN

Cada perno maquinado deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

##### **b) Perno - Ojo**

Será de acero forjado, galvanizado en caliente de 19 mm de diámetro, en uno de los extremos tendrá un ojal ovalado y será roscado en el otro extremo.

Las otras dimensiones, así como su configuración geométrica, se muestran en las láminas adjuntas.

La carga de rotura mínima será de 70 kN.

Cada perno ojo deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

**c) Tuerca - Ojo**

Será de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente. Será adecuada para perno de 16 mm de diámetro. Su carga mínima de rotura será de 70kN.

**d) 11.3.4 Perno Tipo Doble Armado**

Será de acero galvanizado en caliente, totalmente roscado, de 16 mm de diámetro.

La carga de rotura mínima será de 70kN.

Cada perno deberá ser suministrado con cuatro tuercas cuadradas y cuatro contratuercas cuadradas de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

**e) Brazo Angular**

Será de acero galvanizado en caliente y se utilizará para fijar la cruceta de madera a las Torrecillas. Se fabricará con perfil angular de (2" x 2" x 1/4") y tendrá la configuración que se muestra en las láminas adjunta. Las dimensiones y ubicación de los cortes en los extremos del brazo angular deberán ser definidas considerando las dimensiones de las crucetas y la posición correcta de funcionamiento del perfil de acero.

**f) Perno con Horquilla**

Será de acero galvanizado en caliente; la horquilla será fabricado por el proceso de forjado.

Tendrá una carga de rotura mínima de 70 kN, cada perno deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

**g) Arandelas**

Serán fabricadas de acero y tendrán las dimensiones siguientes:

- Arandela cuadrada curvada de 76 mm de lado y 5 mm (3/16") de espesor, con un agujero central de 17,5 mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 70 kN.
- Arandela cuadrada plana de 57 mm de lado y 5 mm (3/16") de espesor, con

agujero central de 21 mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 70 kN.

#### **4.11.4 Pruebas**

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de accesorios a ser suministradas, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, quien certificará que los resultados obtenidos en todas las pruebas señaladas en las Normas consignadas en el acápite 2 están de acuerdo con esta especificación y la oferta del Proveedor.

Salvo indicación expresa de las normas indicadas en el numeral 2, solamente en lo referente al plan de inspección y muestreo para las pruebas de recepción, se tomará como referencia la Norma UNE 21-158-90.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

#### **4.11.5 Marcado**

Los accesorios deberán tener marcas en alto relieve con la siguiente información:

- Nombre o símbolo del Fabricante
- Carga de rotura mínima en kN
- Torque máximo de ajuste recomendado N-m

#### **4.11.6 Embalaje**

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de material no metálico altamente resistente a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar el deterioro de la rosca de plomo. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubierta con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino. Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario

- Nombre del Fabricante
- Tipo de accesorio
- Cantidad de accesorios
- Masa neta en kg
- Masa total en kg

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

#### **4.11.7 Almacenaje y recepción de suministros**

El Proveedor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo. Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados. La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Proveedor.

#### **4.11.8 Inspección y pruebas en fábrica**

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario.

Información técnica requerida

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Catálogos del fabricante precisando los códigos de los suministros, sus dimensiones, masa, etc.

#### **4.11.9 Tabla de datos técnicos garantizados de accesorios metálicos para estructuras y crucetas**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I

## 4.12 Accesorios metálicos para retenidas

### 4.12.1 Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de accesorios metálicos para retenidas que se utilizarán en líneas primarias.

### 4.12.2 Normas Aplicables

Los accesorios metálicos, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación.

- ASTM A 7 Forged Steel
- ANSI A 153 Zinc coating (hot dip) on iron and steel hardware
- ANSI C 135.2 American national standard for threaded zinc-coated ferrous strand-eye anchor and nuts for overhead line construction
- ANSI C 135.3 American national standard for zinc coated ferrous lag screws for pole and transmission line construction
- ANSI C 135.4 American national standard for galvanized ferrous eyebolts and nuts for overhead line construction
- ANSI C135.5 American national standard for zinc-coated ferrous eyenuts and eyebolts for overhead line construction
- ANSI B18.2.2 American national standard for square and hex nuts
- UNE 21-158-90 Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión

### 4.12.3 Descripción de los accesorios

#### a) Varilla de anclaje

Será fabricado de acero forjado y galvanizado en caliente. Estará provisto de un ojal-guardacabo de una vía en un extremo, y será roscada en el otro.

- Longitud 2,40 m
- Diámetro 16 mm
- carga de rotura mínima 70 kN

Las otras dimensiones así como la configuración física, se muestran en las láminas adjuntas. Cada varilla deberá ser suministrada con una tuerca cuadrada y una contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas a la varilla.

**b) Arandela cuadrada para anclaje**

Será de acero galvanizado en caliente y tendrá 102 mm de lado y 5 mm de espesor. Estará provista de un agujero central de 18 mm de diámetro. Deberá ser diseñada y fabricada para soportar los esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 70 kN.

**c) Mordaza preformada**

La mordaza preformada será de acero galvanizado y adecuado para el cable de acero grado “Siemens-Martin” o “Alta Resistencia” de 10 mm de diámetro.

**d) Perno angular con ojal guardacabo**

Será de acero forjado, galvanizado en caliente de 254 y 305 mm de longitud y 16 mm de diámetro.

En uno de los extremos tendrá un ojal – guardacabo angular, adecuado para cable de acero de 10mm de diámetro.

La carga de rotura mínima será de 70 kN, cada perno angular deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

**e) Ojal guardacabo angular**

Será de acero forjado y galvanizado en caliente, adecuado para conectarse a perno de 16 mm de diámetro. La ranura del ojal será adecuada para cable de acero de 10 mm de diámetro.

La mínima carga de rotura será de 70 kN.

**f) Placa de fijación para perno angular**

Será de acero galvanizado y fabricado con planchas de 63,5 x 177,8 mm. Presentará una curvatura con radio de 76 mm.

Estará provisto de 2 agujeros; uno de ellos para perno con ojal angular y el otro para tirafondo de 13 mm de diámetro. El suministro incluirá un tirafondo de 101,6 mm de longitud y 13 mm de diámetro.

**g) Bloque de anclaje**

Será de concreto armado de 0,50 x 0,50 x 0,20 m fabricado con malla de acero corrugado de 12,7 mm de diámetro. Tendrá agujero central de 21 mm de diámetro.

Deberá tener la identificación necesaria para su correcta instalación, respecto a la malla de acero.

**h) Arandela curvada**

Será de acero galvanizado en caliente y tendrá 57 mm de lado y 5 mm (3/16") de espesor, con un agujero central de 18 mm de diámetro.

Deberá ser diseñada y fabricada para la carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 70 kN

**4.12.4 Pruebas**

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de accesorios a ser suministradas, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse los certificados incluyendo a los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, quien certificará que los resultados obtenidos en todas las pruebas señaladas en las Normas consignadas en el acápite 2 están de acuerdo con esta especificación y la oferta del Proveedor.

Salvo indicación expresa de las normas indicadas en el numeral 2, solamente en lo referente al plan de inspección y muestreo para las pruebas de recepción, se tomará como referencia la Norma UNE 21-158-90.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados sólo en idioma español o inglés.

**4.12.5 Marcado**

Los accesorios deberán tener marcas en alto relieve con la siguiente información:

- Nombre o símbolo del Fabricante
- Carga de rotura mínima en kN
- Torque máximo de ajuste recomendado N-m

**4.12.6 Embalaje**

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar su deterioro. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubierta con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Tipo de accesorio
- Cantidad de accesorios
- Masa neta en kg
- Masa total en kg

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

#### **4.12.7 Almacenaje y recepción de suministros**

El Proveedor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados.

#### **4.12.8 Inspección y pruebas en fábrica.**

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario.

#### **Información técnica requerida**

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Catálogos del fabricante precisando los códigos de suministro, dimensiones, masa, etc.

#### **4.12.9 Tabla de datos técnicos garantizados de accesorios metálicos para retenidas.**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I

### **4.13 Material para Sistema de Puesta a Tierra**

#### **4.13.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de materiales para la puesta a tierra de las estructuras que se utilizarán en líneas primarias.

#### **4.13.2 Normas Aplicables**

Los materiales de puesta a tierra, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

- NTP 370.251.2003 Conductores eléctricos. cables para líneas aéreas (desnudos y protegidos) y puestas a tierra.
- UNE 21-056 Electrodo de puesta a tierra
- ABNT NRT 13571 Haste de aterramento aço–cobre e accesorios
- ANSI C135.14 Staples with rolled of slash points for overhead line construction
- ANSI B18.2.2 American national standard for square and hex nuts
- UNE 21-158-90 Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión
- UNE 21-159 Elementos de fijacion y empalme para conductores y cables de tierra de líneas electricasaereas de alta tension

En caso que el Proveedor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

#### **4.13.3 Descripción de los materiales**

##### **a) Conductor**

El conductor será de Acero Galvanizado, de las características indicadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

##### **b) Electrodo de Puesta a Tierra**

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre; será fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Por fusión del cobre sobre el acero (Copperweld)
- Por proceso electrolítico
- Por proceso de extrusión revistiendo a presión la varilla de acero con tubo de cobre

En cualquier caso, deberá asegurarse la buena adherencia del cobre sobre el acero.

El electrodo tendrá las dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados. El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la capa de cobre y se admitirá una tolerancia de + 0,2 mm y - 0,1 mm. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá una tolerancia de + 5 mm

#### **c) Materiales**

##### **Núcleo**

Será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 y 2000 N/mm<sup>2</sup>; su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%.

##### **Revestimiento**

Será de cobre electrolítico recocido con una conductividad igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a 0,270 mm.

#### **d) Conector para el electrodo**

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de acero y cobre, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra. El conector tendrá la configuración geométrica que se muestra en los planos del proyecto.

#### **4.13.4 Pruebas**

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de accesorios a ser suministradas, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse los certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, quien certificará que los resultados obtenidos en todas las pruebas señaladas en las Normas consignadas en el acápite 2 están

de acuerdo con esta especificación y la oferta del Proveedor.

Salvo indicación expresa de las normas indicadas en el numeral 2, solamente en lo referente al plan de inspección y muestreo para las pruebas de recepción, se tomará como referencia las Normas UNE 21-158-90 y UNE 21-159.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados sólo en el idioma Español o Inglés.

#### **a) Pruebas de los electrodos de puesta a tierra**

Las pruebas que se indican a continuación se efectuará sobre el 1% de los electrodos suministrados, con un mínimo de dos (2). En caso que en una prueba no se obtuvieran resultados satisfactorios, se repetirá la misma prueba sobre el doble del número de muestras. En caso que en la segunda oportunidad, en algunas de las muestras no se obtuvieran resultados satisfactorios, se rechazará el suministro.

#### **Comprobación de las dimensiones**

Se comprobarán las dimensiones especificadas en la Tabla de Datos Técnicos.

#### **Adherencia de la capa de cobre**

De un electrodo, se cortará una muestra de 513 mm de longitud, la cual se fijará en los extremos de un torno mecánico; luego se realizará un corte helicoidal con un paso de 6 mm y una profundidad ligeramente superior al espesor de la capa de cobre, debiéndose observar una perfecta adherencia entre el cobre y el acero.

#### **Dureza del acero**

La dureza Brinell se determinará aplicando una carga de 1840 N durante 30 s, y utilizando una bola de 2,5 mm de diámetro sobre el electrodo.

#### **Espesor de la capa de cobre**

Se seccionará un electrodo en 3 partes y se comprobará, en cada corte, el espesor de la capa de cobre tomando las medidas geométricas correspondientes.

#### **4.13.5 Marcado**

En lo posible, los accesorios deberán tener marcas en alto o bajo relieve con la siguiente información técnica:

- Nombre o símbolo del Fabricante
- Carga mínima de rotura en kN

- Torque máximo de ajuste recomendado N-m

#### **4.13.6 Embalaje**

##### **a) Del conductor para puesta a tierra**

El conductor será entregado en carretes metálicos o de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrados con listones de madera para proteger al conductor de cualquier daño y para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino. Todos los componentes de madera deberán ser manufacturados de una especie de madera sana, seca y libre de defectos, capaz de resistir un prolongado almacenamiento. Las planchas, uniones y soldaduras de los carretes metálicos deberán ser reforzadas, a fin de evitar su deformación y deterioro durante el transporte a los almacenes y a las obras.

Las superficies internas de los carretes deberán estar cubiertas con capas protectoras de papel impermeable pesado, a fin de evitar el contacto directo del material del carrete con el conductor. Similarmente, luego de enrollar el conductor, toda la superficie del conductor será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado.

El papel impermeable externo y la cubierta protectora con listones de madera serán colocados solamente después que hayan sido tomadas las muestras para las pruebas pertinentes.

Cada carrete deberá ser identificado (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Número de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo y formación del conductor
- Sección nominal, en mm<sup>2</sup>
- Lote de producción
- Longitud del conductor en el carrete, en m
- Masa neta y total, en kg
- Fecha de fabricación
- Flecha indicando el sentido en que debe ser rodado el carrete durante su desplazamiento

La identificación se efectuará con una pintura resistente a la intemperie y a las condiciones de almacenaje y en las dos caras laterales externas del carrete. Adicionalmente, la misma información deberá estamparse sobre una lámina metálica resistente a la corrosión, la que estará fijada a una de las caras laterales externas del carrete.

El costo del embalaje será cotizado por el Proveedor incluyendo que los carretes.

La longitud total de conductor de una sección transversal determinada se distribuirá de la forma más uniforme posible en todos los carretes. Ningún carrete tendrá menos del 3% ni más del 3% de longitud real de conductor respecto a la longitud nominal indicada en el carrete.

#### **b) De los accesorios metálicos para puesta a tierra**

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar su deterioro. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubierta con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario y del Fabricante
- Tipo de accesorio
- Cantidad de accesorios
- Masa neta y total en kg

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

#### **4.13.7 Almacenaje y recepción de suministros**

El Proveedor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidad y características principales de los

contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados. La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados.

#### **4.13.8 Inspección y pruebas en fábrica**

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario.

#### **4.13.9 Información técnica requerida**

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Catálogo del fabricante precisando el código del suministro, dimensiones, masa, etc.

#### **4.13.10 Tabla de datos técnicos garantizados del electrodo y conectores**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I

### **4.14 Seccionadores fusibles tipo expulsión**

#### **4.14.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los seccionadores fusibles tipo expulsión (cut-out) que se utilizarán en líneas y redes primarias.

#### **4.14.2 Normas Aplicables**

Los seccionadores fusibles tipo expulsión, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

ANSI C-37.42: American national standard for switchgear - distribution cut outs and fuse links specifications

En el caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

#### 4.14.3 Condiciones ambientales

Los seccionadores fusibles se instalarán en zonas que presenten las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar            hasta 4700 m
- Humedad relativa                            entre 50 y 95%
- Temperatura ambiental                    entre -15 °C y 30 °C
- Contaminación ambiental                De escasa a moderada

#### 4.14.4 Características Generales

Los seccionadores fusibles tipo expulsión serán unipolares de instalación exterior en crucetas, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértiga. Tienen las características que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

#### 4.14.5 Requerimientos de diseño

Los aisladores-soporte será de porcelana; tendrán suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos por apertura y cierre, así como los debidos a sismos. La línea de fuga mínima entre fase-tierra fue de 625 mm.

Los seccionadores-fusibles estarán provistos de abrazaderas ajustables para fijarse a cruceta de madera, fueron del Tipo B según la Norma ANSI C37.42

El portafusible se rebatirá automáticamente por la actuación del elemento fusible y deberá ser separable de la base; la bisagra de articulación tendrá doble guía.

Los bornes aceptarán conductores de aleación de aluminio y cobre de 16 a 120 mm<sup>2</sup>, y serán del tipo de vías paralelas bimetálicos. Los fusibles serán de los tipos "T" y "K" de las capacidades que se muestran en los planos y metrados.

#### 4.14.6 Accesorios

Los seccionadores-fusibles deberán incluir entre otros los siguientes accesorios:

- Placa de características
- Accesorios para fijación en cruceta de madera: Tipo B (según la Norma ANSI C37.42)
- Terminal bimetálico para el conductor de fase de 25 a 95 mm<sup>2</sup>
- Terminal de conexión a tierra para conductor de cobre de 16 a 70 mm<sup>2</sup>
- Otros accesorios necesarios para un correcto transporte, montaje, operación y mantenimiento de los pararrayos.

La placa de características deberá contener la siguiente información mínima:

- Nombre o Símbolo del Fabricante
- Año de fabricación
- Código o serie del equipo
- Tensión Nominal del equipo, kVrms
- Tensión de Sostenimiento a la frecuencia industrial en seco kVrms
- Tensión de Sostenimiento a la onda de impulso, kV pico
- Corriente Nominal Continua, A
- Corriente de Interrupción Asimétrica, kArms.

#### **4.14.7 Pruebas**

Los seccionadores-fusibles tipo expulsión serán sometidas a las pruebas Tipo, de Rutina y de Conformidad indicadas en las normas consignadas en el numeral 2.

##### **a) Pruebas Tipo**

Las pruebas tipo están orientadas a verificar las principales características de los seccionadores fusibles, por lo que serán sustentados con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor. El diseño de los seccionadores fusibles y los requerimientos de las pruebas a los que serán sometidos serán completamente idénticos a los ofertados, caso contrario deberán efectuarse todas las pruebas tipo faltantes.

Las pruebas Tipo, de acuerdo con la norma ANSI C37.42-1989, comprenderán:

- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial, en seco, entre un terminal y tierra.
- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial, bajo lluvia, entre un terminal y tierra.
- Prueba de sostenimiento al impulso 1,2/50  $\mu$ s, entre un terminal y tierra.
- Prueba de sostenimiento a la frecuencia industrial, entre terminal y terminal.
- Prueba de sostenimiento al impulso 1,2/50  $\mu$ s, entre terminal y terminal.
- Prueba para la determinación de las corrientes de interrupción
- Prueba de comportamiento de la interrupción de las corrientes.
- Prueba de radio influencia
- Prueba de la limitación de elevación de temperatura

- Prueba de la capacidad de la cabeza expandible del tubo portafusible para soportar la presión interna especificada.

Los certificados y reportes de prueba serán redactados solamente en idioma Español o Inglés.

#### **b) Pruebas de Conformidad**

Las pruebas de conformidad serán efectuadas a cada uno de los seccionadores fusibles durante el proceso de fabricación. Los resultados satisfactorios de estas pruebas serán sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados y los respectivos reportes emitidos por el fabricante, en los que se precise que el íntegro de los suministros cumplen satisfactoriamente con todas las pruebas solicitadas.

Las pruebas a efectuarse son:

- Prueba de sostenimiento a la frecuencia industrial entre terminal a tierra
- Prueba de sostenimiento a la frecuencia industrial entre terminal y terminal.
- Longitud de línea de fuga (fase-tierra).

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado. Los certificados serán redactados solamente en idioma Español o Inglés.

#### **c) Pruebas de Aceptación**

Las pruebas de aceptación serán efectuadas a cada uno de los lotes de seccionadores fusibles a ser suministrados, los que contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, se presentarán tres (03) certificados emitidos por una entidad debidamente acreditada, la que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario y certificará los resultados satisfactorios de las pruebas efectuadas.

Las pruebas de aceptación serán las siguientes:

- Prueba de sostenimiento a la frecuencia industrial entre terminal a tierra
- Prueba de sostenimiento a la frecuencia industrial entre terminal y terminal.
- Longitud de línea de fuga (fase-tierra).

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

El tamaño de la muestra y el nivel de inspección será determinado según lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1 1999: PROCEDIMIENTOS DE

MUESTREO PARA INSPECCION POR ATRIBUTOS, o su equivalente la norma ISO 2859-1: 1989; para el cual deberá considerarse un Plan de Muestreo Simple para Inspección General, con un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) igual a 2,5.

#### **4.14.8 Embalaje**

Cada uno de los seccionadores y sus accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de cartón resistente, éstas a su vez estarán contenidas en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas elaboradas con bandas de acero inoxidable, a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Las caras internas de las cajas de embalaje serán cubierta con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a la intemperie y en ambiente salino.

Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Nombre y tipo del equipo
- Cantidad de seccionadores
- Masa neta en kg
- Masa total en kg

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

Cada seccionador será suministrado con su respectivo reporte de prueba de rutina y manual de operación, debidamente certificado por el fabricante y protegido contra el medio ambiente.

#### **4.14.9 Almacenaje y recepción de suministros**

El Postor deberá considerar que los suministros sean almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor debió remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidad y características principales de los contenedores en los que fueron transportados y la lista de empaque. Adicionalmente

deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitadas, conjuntamente con cinco (05) juegos originales de las curvas tiempo-corriente de mínima fusión y aclaramiento de los fusibles tipo K y T ofertados.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispuso del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados.

#### **4.14.10 Inspección y pruebas en fabrica**

La inspección y pruebas en fábrica serán efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario.

#### **Información técnica requerida**

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada, por cada tipo de transformador de distribución.
- Certificados y reportes de pruebas tipo o de diseño.
- Especificaciones técnicas y detalles del aislador soporte con sus accesorios de fijación: línea de fuga, sostenimiento eléctrico al impulso y frecuencia industrial, dimensiones, etc.
- Planos de diseño para aprobación del propietario.
- Curvas tiempo corriente para los tipos de fusible a suministrar.
- Recomendaciones y experiencias para el buen funcionamiento de los suministros.

#### **4.14.11 Tabla de datos técnicos garantizados del seccionador – fusible tipo expulsión**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el AnexoI

### **4.15 Pararrayos**

#### **4.15.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de pararrayos que se utilizarán en líneas y redes primarias.

#### **4.15.2 Normas aplicables**

Los pararrayos materia de la presente especificación cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- IEC 99-1 surge arresters part 1: non linear resistor type gapped arresters for a.c. systems
- IEC 99-4 metal oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

En el caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

#### 4.15.3 Condiciones ambientales

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

- Altitud sobre el nivel del mar hasta 4700 m
- Humedad relativa entre 50 y 95%
- Temperatura ambiental entre -15 °C y 30 °C
- Contaminación ambiental escasa

#### 4.15.4 Condiciones de Operación

El sistema eléctrico en el cual operarán los pararrayos tiene las siguientes características:

- Tensión de servicio de la red: 22,9 kV
- Tensión máxima de servicio 25 kV
- Frecuencia de la red 60 Hz
- Naturaleza del neutro Efectivamente puesto a Tierra
- Equipos a proteger Trafos de distribución y LP

#### 4.15.5 Características generales

Los pararrayos serán del tipo de resistencias no lineales fabricadas a base de óxidos metálicos, sin explosores, a prueba de explosión, para uso exterior y para instalación en posición vertical; serán conectados entre fase y tierra.

La columna soporte será de material polimérico color gris a base de goma silicón; estará diseñada para operar en un ambiente medianamente contaminado, con una línea de fuga mínima entre fase-tierra de 625 mm. Las características propias del pararrayos no se modificarán después de largos años de uso; las partes selladas estarán diseñadas de tal modo de prevenir la penetración de agua.

El pararrayos contará con un elemento para liberar los gases creados por el arco que se originen en el interior, cuando la presión de los mismos llegue a valores que podrían hacer peligrar la estructura del pararrayos.

Las partes metálicas de hierro o acero deberán estar protegidas contra la corrosión mediante galvanizado en caliente. Los pararrayos estarán provistos de abrazaderas ajustables para fijarse a cruceta de madera y serán similares los del Tipo B de seccionadores fusibles tipo expulsión (ANSI C37.42).

Los bornes aceptarán conductores de aleación de aluminio y cobre de 16 a 120 mm<sup>2</sup>, y serán del tipo de vías paralelas bimetálicos.

#### **4.15.6 Características eléctricas**

Las características eléctricas se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados

#### **4.15.7 Accesorios**

Los pararrayos deberán incluir entre otros, los siguientes accesorios:

- Placa de características
- Accesorios para fijación en cruceta de madera: Tipo B (según la Norma ANSI C37.42)
- Terminal bimetálico para el conductor de fase de 25 a 95 mm<sup>2</sup>
- Terminal de conexión a tierra para conductor de cobre de 16 a 70 mm<sup>2</sup>
- Otros accesorios necesarios para un correcto transporte, montaje, operación y mantenimiento de los pararrayos.
- La placa de características deberá contener la siguiente información mínima:
- Nombre o Símbolo del Fabricante
- Año de fabricación
- Código o serie del equipo
- Tensión Nominal del equipo, kV rms
- Máxima tensión de operación continua (COV), kV rms
- Tensión de Sostenimiento a frecuencia industrial del aislador
- Tensión de Sostenimiento a la onda de impulso, kV pico, del aislador
- Corriente Nominal de descarga, kA

#### **4.15.8 Pruebas**

Los pararrayos deberán ser sometidas a las pruebas Tipo, de Rutina y de aceptación indicadas en las normas consignadas en numeral 2..

##### **a) 15.8.1 Pruebas Tipo**

Las pruebas tipo están orientadas a verificar las principales características de los pararrayos, por lo que deberán ser sustentadas con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor. El diseño de los pararrayos y los requerimientos de las pruebas a los que fueron sometidos serán completamente idénticos a los ofertados, caso contrario deberán efectuarse todas las pruebas tipo faltantes y los costos serán cubiertos por el Proveedor.

Las pruebas Tipo o de diseño, de acuerdo con las normas IEC 99-4, comprenderán:

- Pruebas de tensión de sostenimiento del aislamiento externo del pararrayos (housing)
- Pruebas de tensión residual
- Pruebas de sostenimiento a las corrientes de impulso de larga duración
- Pruebas del comportamiento operativo (operating duty)
- Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés..

**b) Pruebas de Rutina**

Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los pararrayos durante el proceso de fabricación. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados y los respectivos reportes emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro de los suministros cumplen satisfactoriamente con todas las pruebas solicitadas.

- Medición de la tensión de referencia
- Pruebas de la tensión residual con corrientes de impulso tipo rayo.
- Verificación de la ausencia de descargas parciales
- Prueba de hermeticidad

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados deberán ser redactados solamente en idioma español o inglés.

**c) Pruebas de Aceptación**

Las pruebas de aceptación deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de Pararrayos de Distribución a ser suministrados, con la participación de un representante

del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo los reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna de tres (03) entidades similares propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Las pruebas de aceptación serán las siguientes:

- Medición de la tensión a frecuencia industrial en el pararrayos a la corriente de referencia.
- Pruebas de tensión residual con impulsos de corriente tipo rayo.
- Prueba de descargas parciales.
- Longitud de línea de fuga (fase-tierra).

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

El tamaño de la muestra y el nivel de inspección para las pruebas de aceptación será determinado según lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1 1999: “Procedimientos de muestreo para inspección por atributos”, o su equivalente la norma ISO 2859-1: 1989; para el cual deberá considerarse un Plan de Muestreo Simple para Inspección General, con un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) igual a 2,5.

Los certificados y reportes de pruebas deberán ser redactados solamente en idioma español o inglés.

#### **4.15.9 Embalaje**

Cada uno de los pararrayos y sus accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de cartón resistente, estas a su vez estarán contenidas en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas elaboradas con bandas de acero inoxidable, a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubiertas con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a la intemperie y en ambiente salino.

Cada caja deberá ser identificada (en idioma español o inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante

- Nombre y tipo del equipo
- Cantidad de seccionadores
- Masa neta en kg
- Masa total en kg

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

Cada pararrayos será suministrado con su respectivo reporte de prueba de rutina y manual de operación, debidamente certificado por el fabricante y protegido contra el medio ambiente, el cual será una copia adicional a lo solicitado en el numeral 5..

#### **4.15.10 Almacenaje y recepción de suministros**

El Postor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

#### **Inspección y pruebas en fábrica**

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Postor.

#### **4.15.11 Información técnica requerida**

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada, por cada tipo de transformador de distribución.
- Certificados y reportes de pruebas tipo o de diseño.
- Especificaciones técnicas y detalles del aislador soporte con sus accesorios de

fijación: línea de fuga, sostenimiento eléctrico al impulso y frecuencia industrial, dimensiones, etc.

- Curvas tensión - corriente de los pararrayos.
- Curva sobretensión temporal a la frecuencia industrial (TOV) – tiempo.
- Planos de diseño para aprobación del propietario.
- Recomendaciones y experiencias para una adecuada selección de los pararrayos.
- Recomendaciones y experiencias para el buen funcionamiento de los suministros.

#### **4.15.12 Tabla de datos técnicos garantizados del pararrayos**

Se adjunta la Tabla de datos técnicos garantizados en el Anexo I.

## **CAPITULO V**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE**

#### **5.1 Especificaciones Técnicas generales**

##### **5.1.1 Del Contrato**

###### **a) Alcance del Contrato**

El Contratista, de acuerdo con los documentos contractuales, deberá ejecutar la totalidad de los trabajos, realizar todos los servicios requeridos para la buena ejecución y completa terminación de la Obra, las pruebas y puesta en funcionamiento de todas las instalaciones y equipos.

###### **b) Condiciones de Contratación**

Las únicas condiciones válidas para normar la ejecución de la obra serán las contenidas en el Contrato y en los documentos contractuales.

###### **c) Condiciones que afectan a la Obra**

El Contratista es responsable de estar plenamente informado de todo cuanto se relacione con la naturaleza, localización y finalidad de la obra; sus condiciones generales y locales, su ejecución, conservación y mantenimiento con arreglo a las prescripciones de los documentos contractuales. Cualquier falta, descuido, error u omisión del Contratista en la obtención de la información mencionada no le releva la responsabilidad de apreciar adecuadamente las dificultades y los costos para la ejecución satisfactoria de la obra y el cumplimiento de las obligaciones que se deriven de los documentos contractuales.

###### **d) Observación de las Leyes**

El Contratista es responsable de estar plenamente informado de todas las leyes que puedan afectar de alguna manera a las personas empleadas en el trabajo, el equipo o material que utilice y en la forma de llevar a cabo la obra; y se obliga a ceñirse a tales leyes, ordenanzas y reglamentos.

**e) Cesión del Contrato y Sub-Contratos**

No se permitirá la cesión del Contrato en todo o en parte, sin la autorización de la Supervisión, dada por escrito y previo conocimiento de la persona del Cesionario y de los términos y condiciones de la cesión.

La Supervisión no estará obligada a aceptar la cesión del Contrato. El Contratista deberá obtener por escrito la autorización de la Supervisión para tomar los servicios de cualquier subcontratista.

**5.1.2 De la Programación****a) Cronograma de Ejecución**

Antes del inicio de obra, El Contratista entregará a la Supervisión, un diagrama PERT-CPM y un diagrama de barras (GANTT) de todas las actividades que desarrollará y el personal que intervendrá con indicación del tiempo de su participación. Los diagramas serán los más detallados posibles, tendrán estrecha relación con las partidas del presupuesto y el cronograma valorizado aprobado al Contratista.

**b) Plazos Contractuales**

El Cronograma de Ejecución debe definir con carácter contractual las siguientes fechas:

- Inicio de Montaje
- Fin del Montaje
- Inicio de Pruebas
- Fin de Pruebas
- Inicio de Operación Experimental
- Aceptación Provisional
- Aceptación Definitiva.
- Montaje
- Pruebas a la terminación
- Pruebas de Puesta en servicio
- Operación Experimental
- Período de Garantía.

**c) Modificación del Cronograma de Ejecución**

La SUPERVISION, a solicitud del Contratista, aprobará la alteración del

Cronograma de ejecución en forma apropiada, cuando los trabajos se hubieran demorado por alguna o varias de las siguientes razones, en la medida que tales razones afecten el Cronograma de Ejecución.

- Por aumento de las cantidades previstas de trabajo u obra, que a juicio de la SUPERVISION impidan al Contratista la construcción de la obra en el plazo estipulado en los documentos contractuales.
- Por modificaciones en los documentos contractuales que tengan como necesaria consecuencia un aumento de las cantidades de trabajo y obra con efecto igual al indicado en el párrafo "a".
- Por la suspensión temporal de la Obra ordenada por la SUPERVISION, por causa no imputable al Contratista.
- Por causas de fuerza mayor o fortuita.
- Por atrasos en la ejecución de las obras civiles que no estuvieran a cargo del Contratista.
- Por cualquier otra causa que, a juicio de la SUPERVISION, sea justificada.

**d) Cuaderno de Obra**

El Contratista deberá llevar al día, un cuaderno de obra, donde deberá anotar las ocurrencias importantes que se presenten durante el desarrollo de los trabajos, así como los acuerdos de reuniones efectuadas en obra entre el Contratista y la Supervisión.

El Cuaderno de Obra será debidamente foliado y legalizado hoja por hoja.

Cada hoja original tendrá tres copias, y se distribuirán de la siguiente forma:

- Original                      Cuaderno de Obra.
- 1ra. copia                    El Propietario.
- 2da. copia                    La Supervisión.
- 3ra. copia                    El Contratista.

Todas las anotaciones serán hechas en idioma Castellano, debiendo ser firmadas por representantes autorizados del Contratista y la Supervisión. Cuando las circunstancias así lo propicien, este cuaderno podrá ser también utilizado para comunicaciones entre el Contratista y la Supervisión. De esta manera queda establecido que todas las comunicaciones serán hechas en forma escrita y no tendrán validez las indicaciones verbales.

### **5.1.3 Del personal**

#### **a) Organigrama del Contratista**

El Contratista presentará a la SUPERVISION un Organigrama de todo nivel.

Este organigrama deberá contener particularmente:

- Nombres y calificaciones del o de los representantes calificados y habilitados para resolver cuestiones técnicas y administrativas relativas a la obra.
- Nombre y calificaciones del o de los ingenieros de montaje.
- Nombre y calificaciones del o de los jefes montadores.

El Contratista deberá comunicar a la SUPERVISION de cualquier cambio en su organigrama.

#### **b) Desempeño del Personal**

El trabajo debe ser ejecutado en forma eficiente por personal idóneo, especializado y debidamente calificado para llevarlo a cabo de acuerdo con los documentos contractuales.

El Contratista cuidará, particularmente, del mejor entendimiento con personas o firmas que colaboren en la ejecución de la Obra, de manera de tomar las medidas necesarias para evitar obligaciones y responsabilidades mal definidas.

A solicitud de la Supervisión, el Contratista despedirá a cualquier persona desordenada, peligrosa, insubordinada, incompetente o que tenga otros defectos a juicio de la Supervisión. Tales destituciones no podrán servir de base a reclamos o indemnizaciones contra el Propietario o la Supervisión.

#### **c) Leyes Sociales**

El Contratista se obliga a cumplir todas las disposiciones de la Legislación del Trabajo y de la Seguridad Social.

#### **d) Seguridad e Higiene**

El Contratista deberá observar todas las leyes, reglamentos, medidas y precauciones que sean necesarias para evitar que se produzcan condiciones insalubres en la zona de los trabajos y en sus alrededores.

En todo tiempo, el Contratista deberá tomar las medidas y precauciones necesarias para la seguridad de los trabajadores, prevenir y evitar accidentes, y prestar asistencia a su Personal, respetando los Reglamentos de Seguridad Vigentes.

#### **5.1.4 De la Ejecución**

##### **a) Ejecución de los trabajos**

Toda la Obra objeto del Contrato será ejecutada de la manera prescrita en los documentos contractuales y en donde no sea prescrita, de acuerdo con sus directivas de la SUPERVISIÓN.

El Contratista no podrá efectuar ningún cambio, modificación o reducción en la extensión de la obra contratada sin expresa autorización escrita de la SUPERVISIÓN.

##### **b) Montaje de Partes Importantes**

El Contratista y la SUPERVISIÓN acordarán antes del inicio del montaje, las partes o piezas importantes cuyo montaje requiere de autorización de la SUPERVISIÓN.

Ninguna parte o pieza importante del equipo podrá ser montada sin que el Contratista haya solicitado y obtenido de la SUPERVISIÓN la autorización de que la parte o pieza en cuestión puede ser montada. La SUPERVISIÓN dará la autorización escrita a la brevedad, salvo razones que justifiquen una postergación de la misma.

##### **c) Herramientas y Equipos de Construcción**

El Contratista se compromete a mantener en el sitio de la obra, de acuerdo con los requerimientos de la misma, equipo de construcción y montaje adecuado y suficiente, el cual deberá mantenerse permanentemente en condiciones operativas.

##### **d) Cambios y Modificaciones**

La Supervisión tiene el derecho de ordenar, por escrito, al Contratista mediante una ORDEN DE CAMBIO la alteración, modificación, cambio, adición, deducción o cualquier otra forma de variación de una o más partes de la obra. Se entiende por ORDEN DE CAMBIO la que se refiere a cambio o modificación que la SUPERVISIÓN considere técnicamente necesaria introducir. El Contratista deberá llevar a cabo, sin demora alguna, las modificaciones ordenadas. La diferencia en precio derivada de las modificaciones será añadida o deducida del Precio del Contrato, según el caso. El monto de la diferencia será calculado de acuerdo con los precios del Metrado y Presupuesto del Contrato, donde sea aplicable; en todo caso, será determinado de común acuerdo, entre la SUPERVISIÓN y el CONTRATISTA.

##### **e) Rechazos**

Si en cualquier momento anterior a la Aceptación Provisional, la SUPERVISIÓN encontrase que, a su juicio, cualquier parte de la Obra, suministro o material empleado

por el Contratista o por cualquier subcontratista, es o son defectuosos o están en desacuerdo con los documentos contractuales, avisará al Contratista para que éste disponga de la parte de la obra, del suministro o del material impugnado para su reemplazo o reparación.

El Contratista, en el más breve lapso y a su costo, deberá subsanar las deficiencias. Todas las piezas o partes de reemplazo deberán cumplir con las prescripciones de garantía y estar conformes con los documentos contractuales.

En caso que el Contratista no cumpliera con lo mencionado anteriormente, El Propietario podrá efectuar la labor que debió realizar el Contratista cargando los costos correspondientes a este último.

**f) Daños de Obra**

El Contratista será responsable de los daños o pérdidas de cualquier naturaleza y que por cualquier causa pueda experimentar la Obra hasta su Aceptación Provisional, extendiéndose tal responsabilidad a los casos no imputables al Contratista.

En tal sentido, deberá asegurar la obra adecuadamente y en tiempo oportuno contra todo riesgo asegurable y sin perjuicio de lo estipulado en el Contrato sobre tal responsabilidad.

**g) Daños y Perjuicios a Terceros**

El Contratista será el único responsable de las reclamaciones de cualquier carácter a que hubiera lugar por los daños causados a las personas o propietarios por negligencia en el trabajo o cualquier causa que le sea imputable; deberá, en consecuencia, reparar a su costo el daño o perjuicio ocasionado.

**h) Vigilancia y protección de la Obra**

El Contratista debe, en todo momento, proteger y conservar las instalaciones, equipos, maquinarias, instrumentos, provisiones, materiales y efectos de cualquier naturaleza, así como también toda la obra ejecutada, hasta su Aceptación Provisional, incluyendo el personal de vigilancia diurna y nocturna del área de construcción.

Los requerimientos hechos por la SUPERVISION al Contratista acerca de la protección adecuada que haya que darse a un determinado equipo o material, deberán ser atendidos.

Si, de acuerdo con las instrucciones de la SUPERVISION, las instalaciones, equipos, maquinarias, instrumentos, provisiones, materiales y efectos mencionados no son

protegidos adecuadamente por el Contratista, El Propietario tendrá derecho a hacerlo, cargando el correspondiente costo al Contratista.

**i) Limpieza**

El Contratista deberá mantener en todo momento, el área de la construcción, incluyendo los locales de almacenamiento usados por él, libres de toda acumulación de desperdicios o basura. Antes de la Aceptación Provisional de la Obra deberá retirar todas las herramientas, equipos, provisiones y materiales de su propiedad, de modo que deje la obra y el área de construcción en condiciones de aspecto y limpieza satisfactorios.

En caso de que el Contratista no cumpla esta obligación, El Propietario podrá efectuar la limpieza a expensas del Contratista. Los gastos ocasionados los deducirá de cualquier saldo que adeude al Contratista.

**5.1.5 De la supervisión**

**a) Supervisión de la Obra**

La Obra se ejecutará bajo una permanente supervisión; es decir, estará constantemente sujeta a la inspección y fiscalización de ingenieros responsables a fin de asegurar el estricto cumplimiento de los documentos contractuales.

La labor de supervisión podrá ser hecha directamente por El Propietario, a través de un Cuerpo especialmente designado para tal fin, o bien por una empresa Consultora contratada para tal fin. En todo caso, El Propietario comunicará al Contratista el nombre de los ingenieros responsables de la Supervisión quienes estarán habilitados para resolver las cuestiones técnicas y administrativas relativas a la obra, a nombre del Propietario.

**b) Responsabilidad de la Obra**

La presencia de la Supervisión en las operaciones del Contratista no releva a éste, en ningún caso ni en ningún modo, de su responsabilidad por la cabal y adecuada ejecución de las obras de acuerdo con los documentos contractuales.

Asimismo, la aprobación, por parte de la supervisión, de documentos técnicos para la ejecución de trabajos, no releva al Contratista de su responsabilidad por la correcta ejecución y funcionamiento de las instalaciones del proyecto.

**c) Obligaciones del Contratista**

El Contratista estará obligado a mantener informado a la Supervisión con la debida y necesaria anticipación, acerca de su inmediato programa de trabajo y de cada una de sus operaciones, en los términos y plazos prescritos en los documentos

contractuales.

**d) Facilidades de Inspección**

La Supervisión tendrá acceso a la obra, en todo tiempo, cualquiera sea el estado en que se encuentre, y el Contratista deberá prestarle toda clase de facilidades para el acceso a la obra y su inspección. A este fin, el Contratista deberá:

- Permitir el servicio de sus empleados y el uso de su equipo y material necesario para la inspección y supervigilancia de la obra.
- Proveer y mantener en perfectas condiciones todas las marcas, señales y referencias necesarias para la ejecución e inspección de la obra.
- Prestar en general, todas las facilidades y los elementos adecuados de que dispone, a fin de que la inspección se efectúe en la forma más satisfactoria, oportuna y eficaz.

**5.1.6 De la Aceptación**

**a) Procedimiento General**

Para la aceptación de la obra por parte de la Supervisión, los equipos e instalaciones serán objeto de pruebas al término del montaje respectivo.

En primer lugar, se harán las pruebas sin tensión del sistema (pruebas en blanco). Después de concluidas estas pruebas, se harán las pruebas en servicio, para el conjunto de la obra. Después de haberse ejecutado las pruebas a satisfacción de la Supervisión la obra será puesta en servicio, en forma comercial, pero, con carácter experimental por un período de un mes, al cabo del cual se producirá la Aceptación Provisional de la Obra.

La Aceptación Provisional determinará el inicio del Período de Garantía de un año a cuya conclusión se producirá la Aceptación Definitiva de la Obra.

**b) Pruebas en Blanco**

Cuatro (4) semanas antes de la fecha prevista para el término del Montaje de la Obra, el Contratista notificará por escrito a la SUPERVISION del inicio de las pruebas, remitiéndole tres copias de los documentos indicados a continuación:

- Un programa detallado de las pruebas a efectuarse.
- El procedimiento de Pruebas.
- Las Planillas de los Protocolos de Pruebas.
- La Relación de los Equipos de Pruebas a utilizarse, con sus características técnicas.

- Tres copias de los Planos de la Obra y Sección de Obra en su última revisión.

Dentro del plazo indicado, la SUPERVISION verificará la suficiencia de la documentación y el estado de la obra o de la Sección de Obra y emitirá, si fuese necesario, un certificado autorizando al Contratista a proceder con las pruebas de puesta en servicio.

Si alguna prueba no resultase conforme con las prescripciones de los documentos contractuales, será repetida, a pedido de la SUPERVISION, según los términos de los documentos contractuales. Los gastos de estas pruebas estarán a cargo del Contratista.

El Propietario se reserva el derecho de renunciar provisional o definitivamente a algunas de las pruebas.

El personal, materiales y equipos necesarios para las pruebas "en blanco", estarán a cargo del Contratista.

#### **c) Prueba de Puesta en Servicio**

Antes de la conclusión de las Pruebas "en blanco" de toda la obra, la Supervisión y el Contratista acordarán el Procedimiento de Pruebas de Puesta en Servicio, que consistirán en la energización de las líneas y redes primarias y toma de carga.

La Programación de las Pruebas de Puesta en Servicio será, también, hecha en forma conjunta entre La Supervisión y el Contratista y su inicio será después de la conclusión de las Pruebas "en blanco" de toda la obra a satisfacción de La Supervisión.

Si, durante la ejecución de las Pruebas de Puesta en Servicio se obtuviesen resultados que no estuvieran de acuerdo con los documentos contractuales, el Contratista deberá efectuar los cambios o ajustes necesarios para que en una repetición de la prueba se obtenga resultados satisfactorios.

El personal, materiales y equipo necesario para la ejecución de las pruebas de puesta en servicio, estarán a cargo del Contratista.

#### **d) Operación Experimental y Aceptación Provisional**

La fecha en que terminen satisfactoriamente todas las pruebas de Puesta en Servicio será la fecha de inicio de la Operación Experimental que durará un (01) mes.

La Operación Experimental se efectuará bajo la responsabilidad del Contratista y consistirá de un período de funcionamiento satisfactorio sin necesidad de arreglos o revisiones, según el o los regímenes de carga solicitados por el Propietario.

La Aceptación Provisional de la obra o de la Sección de Obra, será emitida después del período de Operación Experimental.

Condición previa para la Aceptación Provisional será la entrega por parte del Contratista de los documentos siguientes:

- Inventario de los equipos e instalaciones
- Planos conforme a Obra.

La Aceptación Provisional será objeto de un Acta firmada por El Propietario, la Supervisión y el Contratista. Para su firma, se verificará la suficiencia de la documentación presentada, así como el inventario del equipo objeto de la Aceptación Provisional.

Si por cualquier razón o defecto imputable al Contratista, el Acta de Aceptación Provisional no pudiera ser firmada, El Propietario, estará en libertad de hacer uso de la respectiva obra o sección de obra, siempre que, a su juicio, la obra o sección de obra esté en condiciones de ser usada.

Tal uso no significará la Aceptación de la obra o de la Sección de obra y su mantenimiento y conservación será por cuenta del Contratista con excepción del deterioro que provenga del uso por El Propietario de la obra o parte de ésta.

**e) Período de Garantía y Aceptación Definitiva**

La fecha de firma del Acta de Aceptación Provisional determina el inicio del cómputo del Período de Garantía, en el que los riesgos y responsabilidades de la obra o Sección de Obra, pasarán a cargo de El Propietario, salvo las garantías que correspondan al Contratista.

Durante el Período de Garantía, cuando lo requiera El Propietario, El Contratista deberá realizar los correspondientes trabajos de reparación, modificación o reemplazo de cualquier defecto de la obra o equipo que tenga un funcionamiento incorrecto o que no cumpla con las características técnicas garantizadas.

Todos estos trabajos serán efectuados por el Contratista a su costo, si los defectos de la obra estuvieran en desacuerdo con el Contrato, o por negligencia del Contratista en observar cualquier obligación expresa o implícita en el Contrato. Si los defectos se debieran a otras causas ajenas al Contratista, el trabajo será pagado como trabajo adicional.

Si dentro de los siete (7) días siguientes a la fecha en que El Propietario haya exigido al Contratista, algún trabajo de reparación y éste no procediese de inmediato a

tomar las medidas necesarias para su ejecución, El Propietario podrá ejecutar dicho trabajo de la manera que estime conveniente, sin relevar por ello al Contratista de su responsabilidad. Si la reparación fuese por causa imputable al Contratista, el costo de la reparación se deducirá de cualquier saldo que tenga a su favor.

Concluido el Período de Garantía y ejecutadas todos los trabajos que hubiesen quedado pendientes por cualquier motivo, se procederá a la inspección final de la obra o sección de obra para su Aceptación Definitiva.

Al encontrarse la obra o la Sección de Obra a satisfacción de El Propietario, y no existir reclamaciones de terceros, se procederá a celebrar el Acta de Aceptación Definitiva de la Obra, la cual será firmada conjuntamente por El Propietario, la Supervisión y el Contratista.

El Contratista conviene en que una vez firmada el Acta de Aceptación Definitiva, El Propietario y la Supervisión quedarán liberados de cualquier reclamación en relación a la obra que haya ejecutado el Contratista, incluyen De ello se dejará constancia en el Acta respectiva, con la cual se procederá a la liberación de los pagos correspondientes.

#### **f) Estrategia del Plan de Manejo Ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental se encuadra dentro de una estrategia de conservación del medio ambiente en armonía con el desarrollo socio económico. A este respecto se considera de primordial importancia las coordinaciones sectoriales y locales para lograr la conciliación de los aspectos ambientales y socio económicos.

Para lograr llevar adelante el plan de manejo ambiental se ha considerado necesario implementar las siguientes acciones:

- Programa de Monitoreo Ambiental
- Programa de Manejo de Residuos
- Talleres de Información y Programa de Medidas Preventivas/Correctivas
- Monitoreo e Inspección Arqueológica

## **5.2 Especificaciones Técnicas Particulares**

### **5.2.1 Replanteo Topográfico**

El trazo de la línea, la localización de las estructuras a lo largo del perfil altiplanimétrico, así como los detalles de estructuras y retenidas que se emplearán en el proyecto, serán entregados en los planos y láminas que forman parte del expediente técnico.

En el replanteo topográfico se efectuarán los trabajos de campo necesarios para replantear la ubicación de:

- Los ejes y vértices del trazo
- Estructuras
- Los ejes de las retenidas y los anclajes.
- El replanteo se materializará en el terreno mediante:
- Señalización en los vértices, extremos de líneas y puntos de control importantes a lo largo del trazo.
- Estacas pintadas de madera en la ubicación y referencias para estructuras y retenidas.

En los tramos donde, debido a modificaciones en el uso del terreno, fenómenos geológicos, fuese necesario introducir variantes en el trazo, se efectuarán tales trabajos de levantamiento topográficos, dibujo de planos y la pertinente localización de estructuras.

### **5.2.2 Ingeniería de Detalle**

La Ingeniería de Detalle corresponderá desarrollar, las siguientes actividades:

- Verificación del cálculo mecánico de conductores
- Elaboración de la planilla final de estructuras como resultado del replanteo topográfico
- Determinación de la cantidad final de materiales y equipos.
- Elaboración de las tablas de flechado y engrapado.

### **5.2.3 Excavación**

Se deberán efectuar las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

El terreno rocoso será considerado cuando sea necesario el uso de explosivos o compresora (o similar) para realizar la excavación. El Contratista tomará las precauciones para proteger a las personas, obra, equipo y propiedades durante el almacenamiento, transporte y utilización de explosivos. El Contratista determinará, para cada tipo de terreno, los taludes de excavación mínimos necesarios para asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación.

El fondo de la excavación deberá ser plano y firmemente compactado para

permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes. Las dimensiones de la excavación serán las que se muestran en las láminas del proyecto.

#### **5.2.4 Izaje de Postes y Cimentación**

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión el procedimiento que utilizará para el izaje de los postes.

En ningún caso los postes serán sometidos a daños o a esfuerzos excesivos.

En lugares con caminos de acceso carrozables, los postes serán instalados mediante una grúa de 5 toneladas montada sobre la plataforma de un camión.

En los lugares que no cuenten con caminos de acceso para vehículos, los postes se izarán mediante trípodes o cabrías.

Antes del izaje, todo los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán.

Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de postes, cuerdas en tensión, o en el agujero donde se instalará el poste.

No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido completamente cimentado.

La Supervisión se reserva el derecho de prohibir la aplicación del método de izaje propuesto por el Contratista si no presentara una completa garantía contra daños a las estructuras y la integridad física de las personas.

#### **5.2.5 Relleno**

El material de relleno deberá tener una granulometría razonable y estará libre de sustancias orgánicas, basura y escombros.

Se utilizará el material proveniente de las excavaciones si es que reuniera las características adecuadas. Si el material de la excavación tuviera un alto porcentaje de piedras, se agregará material de préstamo menudo para aumentar la cohesión después de la compactación. Si por el contrario, el material proveniente de la excavación estuviera conformada por tierra blanda de escasa cohesión, se agregará material de préstamo con grava y piedras hasta de 10 cm de diámetro equivalente.

El relleno se efectuará por capas sucesivas de 30 cm y compactadas por medios mecánicos. A fin de asegurar la compactación adecuada de cada capa se agregará una cierta cantidad de agua.

Cuando la Supervisión lo requiera se llevarán a cabo las pruebas para comprobar el grado de compactación. Después de efectuado el relleno, la tierra sobrante será esparcida en la vecindad de la excavación.

En el caso que se requiera del uso del concreto para la cimentación de los postes de concreto, construcción de bases prefabricadas o solados en el fondo de la excavación ; tanto el cemento, como los agregados, el agua, la dosificación y las pruebas, cumplirán con las prescripciones del Reglamento Nacional de Construcciones para la resistencia a la compresión especificada.

### **5.2.6 Armado de Estructuras**

Cualquiera sea el método de montaje, es imprescindible evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura.

Todas las superficies de los elementos de acero serán limpiadas antes del ensamblaje y deberá removerse del galvanizado, todo moho que se haya acumulado durante el transporte.

El Contratista tomará las debidas precauciones para asegurar que ninguna parte de los armados sea forzada o dañada, en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje. No se arrastrarán elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas.

Las piezas ligeramente curvadas, torcidas o dañadas de otra forma durante el manipuleo, serán enderezadas por el Contratista empleando recursos aprobados, los cuáles no afectarán el galvanizado. Tales piezas serán, luego, presentadas a la Supervisión para la correspondiente inspección y posterior aprobación o rechazo.

Los daños mayores a la galvanización serán causa suficiente para rechazar la pieza ofertada.

Los daños menores serán reparados con pintura especial antes de aplicar la protección adicional contra la corrosión de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Limpieza con escobilla y remoción de las partículas del zinc sueltas y los indicios de óxido. Desgrasado si fuera necesario.
- Recubrimiento con dos capas sucesivas de una pintura rica en zinc (95% de zinc en la película seca) con un portador fenólico a base de estireno. La pintura será aplicada de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Cubrimiento con una capa de resina-laca.

Todas las partes reparadas del galvanizado serán sometidas a la aprobación de la



y engrapados.

La varilla de anclaje y el correspondiente cable de acero deben quedar alineados y con el ángulo de inclinación que señalen los planos del proyecto. Cuando, debido a las características morfológicas del terreno, no pueda aplicarse el ángulo de inclinación previsto en el proyecto, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión, las alternativas de ubicación de los anclajes.

#### **5.2.8 Puesta a tierra**

Las estructuras serán puestas a tierra mediante conductores de acero galvanizado fijados a los postes y conectados a electrodos verticales de copperweld clavados en el terreno.

Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- El cable de guarda
- Los soportes metálicos de los seccionadores - fusibles
- El borne pertinente de los pararrayos
- Los detalles constructivos de la puesta a tierra se muestran en los planos del proyecto.
- Los criterios de instalación de las puestas a tierra en las líneas primarias son las siguientes:
- Las puestas a tierra serán del tipo PAT-3 y se ubicarán en todas las estructuras.
- El valor máximo aceptable de las puestas a tierra es de  $25\Omega$ , en caso de superarse este valor deberá aplicarse tratamiento en cada pozo.

#### **5.2.9 Instalación de Aisladores y Accesorios**

Los aisladores de suspensión serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamblaje y montaje.

Antes de instalarse deberá controlarse que no tengan defectos y que estén limpios de polvo, grasa, material de embalaje, tarjetas de identificación etc.

Si durante esta inspección se detectaran aisladores que estén agrietados o astillados o que presentaran daños en las superficies metálicas, serán rechazados y marcados de manera indeleble a fin de que no sean nuevamente presentados.

Los aisladores de suspensión serán montados de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del proyecto. En las estructuras que se indiquen en la planilla de estructuras y planos de localización de estructuras.

El Contratista verificará que todos los pasadores de seguridad hayan sido correctamente instalados.

Durante el montaje, el Contratista cuidará que los aisladores no se golpeen entre ellos o con los elementos de la estructura, para cuyo fin aplicará métodos de izaje adecuados.

Las cadenas de anclaje instalados en un extremo de crucetas de doble armado, antes del tendido de los conductores, deberán ser amarradas juntas, con un elemento protector intercalado entre ellas, a fin de evitar que se puedan golpear por acción del viento.

El suministro de aisladores y accesorios debe considerar las unidades de repuesto necesarios para cubrir roturas de algunas de ellas.

### **5.2.10 Tendido y Puesta en Flecha de los Conductores**

#### **a) Prescripciones Generales**

**Método de Montaje** La aplicación de estos métodos no producirá esfuerzos excesivos ni daños en los conductores, estructuras, aisladores y demás componentes de la línea.

**Equipos** Todos los equipos completos con accesorios y repuestos, propuestos para el tendido, serán sometidos por el Contratista a la inspección y aprobación de la Supervisión. Antes de comenzar el montaje y el tendido, el Contratista demostrará a la Supervisión, en el sitio, la correcta operación de los equipos.

**Suspensión del Montaje** El trabajo de tendido y puesta en flecha de los conductores será suspendido si el viento alcanzara una velocidad tal que los esfuerzos impuestos a las diversas partes de la Obra, sobrepasen los esfuerzos correspondientes a la condición de carga normal. El Contratista tomará todas las medidas a fin de evitar perjuicios a la Obra durante tales suspensiones.

#### **b) 2.10.2 Manipulación de los Conductores**

**Criterios Generales** Los conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los alambres de las distintas capas.

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

Los conductores deberán ser desenrollados y tirados de tal manera que se eviten retorcimientos y torsiones, y no serán levantados por medio de herramientas de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño. El radio de curvatura de tales herramientas no será menor que la especificada para las poleas de tendido.

**Grapas y Mordazas** Las grapas y mordazas empleadas en el montaje no deberán producir movimiento relativos de los alambres o capas de los conductores.

Las mordazas que se fijen en los conductores, serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas. Su largo será tal que permita el tendido del conductor sin doblarlo ni dañarlo.

**Poleas** Para las operaciones de desarrollo y tendido del conductor se utilizarán poleas provistas de cojinetes. Tendrán un diámetro al fondo de la ranura igual, por lo menos, a 30 veces el diámetro del conductor. El tamaño y la forma de la ranura, la naturaleza del metal y las condiciones de la superficie serán tales que la fricción sea reducida a un mínimo y que los conductores estén completamente protegidos contra cualquier daño. La ranura de la polea tendrá un recubrimiento de neopreno o uretano. La profundidad de la ranura será suficiente para permitir el paso del conductor y de los empalmes sin riesgo de descarrilamiento.

### c) **Empalmes de los Conductores**

**Criterios de Empleo** El Contratista buscará la mejor utilización de tramos máximos a fin de reducir, al mínimo, el número de juntas o empalmes.

El número y ubicación de las juntas de los conductores serán sometidos a la aprobación de la Supervisión antes de comenzar el montaje y el tendido. Las juntas no estarán a menos de 15 m del punto de fijación del conductor más cercano.

No se emplearán juntas de empalme en los siguientes casos:

- Donde estén separadas por menos de dos vanos
- En vanos que crucen líneas de energía eléctrica o de telecomunicaciones, carreteras importantes y ríos.

**Herramientas** Antes de iniciar cualquier operación de desarrollo, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión por lo menos dos (2) compresores hidráulicos, cada uno de ellos completo con sus accesorios y repuestos, y con dos juegos completos de moldes para el conductor.

**Preparación de los Conductores** El Contratista pondrá especial atención en verificar que los conductores y los tubos de empalme estén limpios.

Los extremos de los conductores serán cortados mediante cizallas que aseguren un corte transversal que no dañe los alambres del conductor.

**Empalmes Modelo** Cada montador responsable de juntas de compresión ejecutará, en presencia de la Supervisión, una junta modelo. La Supervisión se reserva el derecho de someter estas juntas a una prueba de tracción.

**Ejecución de los Empalmes** Los empalmes del tipo a compresión para conductores serán ajustados en los conductores 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.

**Manguitos de Reparación** En el caso que los conductores hayan sido dañados, la Supervisión determinará si pueden utilizarse manguitos de reparación o si los tramos dañados deben cortarse y empalmarse. Los manguitos de reparación no serán empleados sin la autorización de la Supervisión.

**Pruebas** Una vez terminada la compresión de las juntas o de las grapas de anclaje, el Contratista medirá con un instrumento apropiado y proporcionado por él, y en presencia de la Supervisión, la resistencia eléctrica de la pieza.

El valor que se obtenga no debe superar la resistencia correspondiente a la del conductor de igual longitud.

**Registros** El Contratista llevará un registro de cada junta, grapa de compresión, manguito de reparación, etc. indicando su ubicación, la fecha de ejecución, la resistencia eléctrica (donde sea aplicable) y el nombre del montador responsable.

Este registro será entregado a la Supervisión al terminar el montaje de cada sección de la línea.

#### **d) Puesta en Flecha**

##### **Criterios Generales**

La puesta en flecha de los conductores se llevará a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas en la tabla de tensado, no sean sobrepasadas para las correspondientes condiciones de carga. La puesta en flecha se llevará a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje.

**Procedimiento de puesta en flecha del conductor** Se dejará pasar el tiempo suficiente después del tendido y antes de puesta en flecha para que el conductor se estabilice. Se aplicará las tensiones de regulación tomando en cuenta los asentamientos (CREEP) durante este período. La flecha y la tensión de los conductores serán controlados por lo

menos en dos vanos por cada sección de tendido. Estos dos vanos estarán suficientemente alejados uno del otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión. El Contratista proporcionará apropiados equipos topográficos (calibrados) para el control de la flechas.

**Tolerancias** En cualquier vano, se admitirán las siguientes tolerancias del tendido respecto a las flechas de la tabla de tensado:

- Flecha de cada conductor 1,0 %
- Suma de las flechas de los tres conductores de fase 0,5 %

**Registro del Tendido** Para cada sección de la línea, el Contratista llevará un registro del tendido, indicando la fecha del tendido, la flecha de los conductores, así como la temperatura del ambiente y del conductor. El registro será entregado a la Supervisión al término del montaje.

**Fijación del conductor a las grapas de suspensión y anclaje** Previamente al traslado de los conductores de las poleas a su posición final, se marcarán los lugares donde se colocarán las grapas de suspensión. En cada grapa de suspensión o anclaje empernada, el conductor será convenientemente limpiado y cubierto con grasa aprobada; las varillas de armar preformadas se colocarán inmediatamente antes del ajuste en la grapa.

El corte de los conductores para las grapas de anclaje se efectuará sin ocasionar daños a los mismos.

**Puesta a Tierra** Durante el tendido y puesta en flecha, los conductores estarán permanentemente puestos a tierra para evitar accidentes causados por descargas atmosféricas, inducción electrostática o electromagnética. El Contratista será responsable de la perfecta ejecución de las diversas puestas a tierra, las cuáles deberán ser aprobadas por la Supervisión. El Contratista anotará los puntos en los cuáles se hayan efectuado las puestas a tierra de los conductores, con el fin de removerlas antes de la puesta en servicio de la línea.

**Amortiguadores** Después que los conductores de la línea hayan sido fijados a las grapas de suspensión y anclaje, el Contratista montará los amortiguadores de vibración en cada conductor y en los vanos que corresponden según lo obtenido en la Ingeniería de Detalle.

### 5.2.11 Inspección y Pruebas

#### a) Inspección de Obra Terminada

Después de concluida la Obra, la Supervisión efectuará una inspección general a

fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y autorizar las pruebas de puesta en servicio.

Deberá verificarse lo siguiente:

- El cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad.
- La limpieza de los conductores
- La magnitud de las flechas de los conductores debe estar de acuerdo con lo establecido en la tabla de tensado.
- Los residuos de embalajes y otros desperdicios deben haberse retirado.
- La limpieza de la franja de servidumbre debe estar de acuerdo con lo requerimientos del proyecto.

**b) Inspección de Cada Estructura**

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

- Relleno, compactación y nivelación alrededor de las cimentaciones, y la eliminación de la tierra sobrante.
- El correcto montaje de las estructuras dentro de las tolerancias permisibles y de conformidad con los planos aprobados.
- Ajuste de pernos y tuercas.
- Montaje, limpieza y estado físico de los aisladores tipo suspensión.
- Instalación de los accesorios del conductor.
- Ajuste de las grapas de ángulo y de anclaje.
- Los pasadores de seguridad de los aisladores y accesorios deben estar correctamente ubicados.

**c) Pruebas de Puesta en Servicio**

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

El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar:

- Determinación de la secuencia de fases.
- Medición de la resistencia eléctrica de los conductores de fase.
- Medida de aislamiento fase a tierra, y entre fases.
- Prueba de cortocircuito.

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

La capacidad y la precisión del equipo de prueba proporcionado por el Contratista serán tales que garanticen resultados precisos. Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas con un programa aprobado por la Supervisión.

## CAPITULO VI

### METRADO BASE, PRESUPUESTO BASE Y CRONOGRAMA DE OBRA

#### 6.1 Resumen

En este capítulo se muestran los cuadros resumen del presupuesto para la Línea Primaria en 22,9kV Ananea–Derivación Oriental, ver tabla 6.1 y la Rehabilitación de la Línea Primaria en 22,9kV Derivación Oriental – Untuca – Llactapata, ver tabla 6.2 en esta última se encuentra el punto de interconexión con la Unidad Minera Untuca de propiedad de Cori Puno.

**Tabla 6.1 Presupuesto LP 22,9kV Ananea – Derivación Oriental**

Sección	Descripción	Total US\$
A	Suministro de Materiales	191,445.76
B	Obras Civiles y Montaje Electromecánico	106,501.79
C	Transporte de suministros Lima y/o Andahuaylas-Ananea (7% de B)	13,401.20
<b>D</b>	<b>COSTO DIRECTO (C.D.)</b>	<b>311,348.75</b>

**Notas:** Este costo no incluye estudios de impacto ambiental, CIRA y expediente de gestión de Servidumbre.

**Tabla 6.2 Presupuesto LP 22,9kV Ananea – Derivación Oriental**

Sección	Descripción	Total US\$
A	Suministro de Materiales	377,618.93
B	Obras Civiles y Montaje Electromecánico	190,702.74
C	Transporte de suministros Lima y/o Andahuaylas-Ananea (7% de B)	26,433.32
<b>D</b>	<b>COSTO DIRECTO (C.D.)</b>	<b>594,754.99</b>

El alcance de los presupuestos elaborados incluye: Elaboración y desarrollo de Ingeniería a nivel de ejecución, considerando nueva distribución de estructuras y conductor AAAC 120 mm<sup>2</sup>, Suministro y transporte de materiales para la rehabilitación

de las redes y desmontaje de 100% de armados existentes, para su adecuación con las nueva distribución de estructuras.

## 6.2 Análisis de Precios Unitarios

Se han elaborado los análisis de precios unitarios para las actividades descritas en el presupuesto de obras civiles y montaje electromecánico de la Línea Primaria en 22,9kV Ananea–Derivación Oriental, estos se muestran el anexo F y la Rehabilitación de la Línea Primaria en 22,9kV Derivación Oriental – Untuca – Llactapata, los análisis de precios unitarios se pueden apreciar en el anexo F.

## 6.3 Metrado Base

### 6.3.1 Línea Primaria 22,9kV Ananea – Derivación Oriental

#### a) Sección A – Suministro de Materiales

Ítem	Descripción	Metrado Base		Costos (US\$)	
		Unid.	Cantid.	PU	Subtotal
<b>1.00</b>	<b>Postes y crucetas de madera</b>				
1.01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 6	Und	100.00		
1.02	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 45 pies, Clase 5	Und	12.00		
1.03	Crucetas de madera tornillo de 90x115x2400mm	Und	117.00		
1.04	Crucetas de madera tornillo de 90x115x1500mm	Und	113.00		
1.05	Listón de madera tratada 50x19 mm, 2.7m Long. (Incl. acces. de fijación)	Und	112.00		
<b>2.00</b>	<b>Aisladores tipo pin y accesorios</b>				
2.01	Aisladores de porcelana tipo PIN ANSI 56-4	Und	320.00		
2.02	Espiga de A°G°, 381 mm long. p/cruceta y aislador ANSI 56-4	Und	320.00		
<b>3.00</b>	<b>Cadena de aisladores y accesorios</b>				
3.01	Aisladores de porcelana tipo suspensión ANSI 52-3	Und	144.00		
3.02	Grillete	Und	186.00		
3.03	Adaptador Casquillo ojo alargado	Und	48.00		
3.04	Adaptador anillo bola	Und	48.00		
<b>4.00</b>	<b>Conductor de aleación de aluminio</b>				
4.01	Conductor de Aleación de Aluminio-AAAC 120mm <sup>2</sup>	km	45.14		
<b>5.00</b>	<b>Accesorios para el conductor de aleación de aluminio</b>				
5.01	Manguitos de empalme para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	15.00		

5.02	Manguitos de reparación para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	11.00		
5.03	Amortiguadores Stockbridge para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	72.00		
5.04	Varilla de armar simple preformada para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	309.00		
5.05	Varilla de armar preformada doble para AAAC 120 mm <sup>3</sup>		3.00		
5.06	Grapa de doble via para cuellos muertos	Und	18.00		
5.07	Grapa de anclaje tipo pistola para AAAC120 mm <sup>2</sup>		42.00		
5.08	Alambre de amarre de aluminio recocido de 16 mm <sup>2</sup>	ML	800.00		
5.09	Grapa de Angulo para Conductor de 120 mm <sup>2</sup>	m	6.00		
<b>6.00</b>	<b>Cable de guarda y accesorios</b>				
6.01	Cable de Acero EHS-23 mm <sup>2</sup>	km	15.46		
6.02	Grapa de Suspension de Acero para cable de guarda	Und	104.00		
6.03	Grapa de anclaje tipo pistola para cable de guarda	Und	16.00		
6.04	Conector de doble via de acero	Und	117.00		
6.05	Perno Ojo de A°G° 16 mm x 305 mm long. contuerca y contratuerca	Und	112.00		
6.06	Tuerca ojo de A°G° para perno de 16 mmø	Und	10.00		
<b>7.00</b>	<b>Accesorios para postes y crucetas</b>				
7.01	Perno coche de A°G° 13 mmØ X 152 mm long. con arandela tuerca y contratuerca .	Und	337.00		
7.02	Tirafondo de A°G° 13mmx 102 mm long.	Und	220.00		
7.03	Perno maquinado de A°G° 16 mm x 508 mm long. contuerca y contratuerca	Und	2.00		
7.04	Perno maquinado de A°G° 16 MM X 356 mm long. contuerca y contratuerca	Und	359.00		
7.05	Perno maquinado de A°G° 16 mm x 305 mm long. contuerca y contratuerca	Und	4.00		
7.06	Arandela cuadrada plana de A°G° 57x57x5xmm 18mm ø agujero	Und	284.00		
7.07	Arandela cuadrada curva de A°G° 57x57x5xmm 18mm ø agujero	Und	557.00		
7.08	Perno ojo de A°G° 16 MM X 305 mm long, contuerca y contratuerca	Und	28.00		
7.09	Tuerca ojo de A°G° para perno de 16 mmø	Und	38.00		
7.10	Perno doble armado de A°G° 16 mm	Und	124.00		

	x508 mm long. con 4 tuercas				
7.12	Brazo soporte (riostra) de madera 0,71 m long.	Und	339.00		
7.13	Placa metálica de codificación de poste	Und	112.00		
7.14	Placa metálica de secuencia de Fases (Incluye accesorios autoroscantes de fijación)	Und	112.00		
<b>8.00</b>	<b>Material para puesta a tierra</b>				
8.01	Cable de Acero Galvanizado EHS-23 (1/4" Ø)	m	1,680.00	1.10	
8.02	Cable de Acero Galvanizado 3/8" Ø	m	1,792.00	1.50	
8.03	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	Und	339.00	20.00	
8.04	Conector AB para Electrodo de 16 mm Ø y Cable de acero	Und	339.00	3.00	
8.05	Grapa en "U" de acero	Und	7,840.00	0.05	
8.06	Conectores doble via de acero	m	336.00	2.50	
<b>9.00</b>	<b>Retenidas y anclaje</b>				
9.01	Alambre Galvanizado N° 12 para entorchado	Und	250.00	0.12	
9.02	Bloque concreto 0.4x0.4x0.15 m	Und	50.00	5.97	
9.03	Arandela cuadrada curva de A°G° 57x57x5xmm 18mmØ Agujero	Und	100.00	0.24	
9.04	Mordaza preformada de acero para cable de 10 mmØ	Und	100.00	2.07	
9.05	Arandela de anclaje de 102x102x6.35 mm con agujero central de 18 mmØ	Und	50.00	1.00	
9.06	Varilla de anclaje de 16 mmØ x 2400 mmde longitud con ojal guardacabo	Und	50.00	8.84	
9.07	Cable de Acero HS de 10 mmØ	Und	700.00	1.13	
9.08	Perno angular con ojal guardacabo de 16 mm Øx 254 mm con T + CT	Und	50.00	2.06	
9.09	Cable de Acero EHS-23 mm2	Und	50.00	1.69	
9.10	Grapa de doble vía p/ cuellos muertos	Und	100.00	1.02	
<b>10.00</b>	<b>Equipos de protección</b>				
10.01	Pararrayos de Línea tipo tipo distribución Clase 2	Und	6.00	525.00	
10.02	Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsión (Cut-Out) de 38 kV, 100A, 150kV-BIL.	Und	3.00	300.00	
10.03	Pararrayos de Oxido Metálico, 21 kV, 10 KA Clase 1	Und	6.00	300.00	
	<b>Total Suministro de Materiales</b>				

**b) Sección B – Obras Civiles y Montaje Electromecánico**

Ítem	Descripción	Medrado Base		Costos (US\$)	
		Unid.	Cantid.	PU	Subtotal
<b>1.00</b>	<b>Obras preliminares</b>				

1.01	Replanteo topográfico y ubicación de postes	km	14.30		
1.02	Ingeniería de Detalle de la LP	km	14.30		
1.03	Transporte de postes y materiales de almacén a punto de izaje	Und	112.00		
<b>2.00</b>	<b>Instalación de postes de madera</b>				
2.01	Excavación en Terreno Normal	m3	70.93		
2.02	Excavación en Terreno en Roca Fracturada	m3	10.13		
2.03	Excavación en Terreno Rocoso	m3	20.27		
2.04	Izado de postes de madera de 12 m	Und	100.00		
2.05	Relleno y compactación de postes de madera	Und	112.00		
2.06	Izado de postes de madera de 13 m	Und	12.00		
<b>3.00</b>	<b>Instalación de retenidas</b>				
3.01	Excavación en Terreno Normal	m3	33.00		
3.02	Excavación en Terreno en Roca Fracturada	m3	5.50		
3.03	Excavación en Terreno Rocoso	m3	16.50		
3.04	Instalación de retenida inclinada	Und	50.00		
3.05	Relleno y compactación de retenida	Und	50.00		
<b>4.00</b>	<b>Montaje de armados</b>				
4.01	Montaje de armado GS1-3	Und	101.00		
4.02	Montaje de armado GA1-3	Und	1.00		
4.03	Montaje de armado GR3-3	Und	5.00		
4.04	Montaje de armado GA2-3	Und	2.00		
4.05	Montaje de armado GA3-3	Und	1.00		
4.06	Montaje de armado GTS-3L	Und	2.00		
<b>5.00</b>	<b>Montaje de conductores</b>				
5.01	Conductor de aleación de aluminio de 120 mm <sup>2</sup>	km	45.14		
5.02	Amortiguadores Stockbridge para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	72.00		
5.03	Cable de acero para cable de guarda	km	15.46		
<b>6.00</b>	<b>Instalación de puesta a tierra</b>				
6.01	Medición de Resistividad y Resistencia Puesta a Tierra	Und	112.00		
6.02	Excavación en Terreno Normal	m3	460.21		
6.03	Excavación en Terreno Roca Fracturada	m3	65.74		
6.04	Excavación en Terreno Rocoso	m3	131.49		
6.05	Instalación de puesta a tierra en postes de madera (cable de guarda)	Und	112.00		
6.06	Relleno, compactación y tratamiento de puestas a tierra (25 ohm max)	Und	112.00		
<b>7.00</b>	<b>Pruebas y puesta en servicio</b>				
7.01	Revisión final, prueba y puesta en servicio	km	14.30		

<b>Total Obras Civiles y Montaje Electromecánico</b>
--

### 6.3.2 Rehabilitación Línea Primaria 22,9kV Deriv. Oriental – Untuca -Llactapata

#### a) Sección A – Suministro de Materiales

Ítem	Descripción	Metrado Base		Costos (US\$)	
		Unid	Cantid.	PU	Subtotal
<b>1.00</b>	<b>Postes y crucetas de madera</b>				
1.01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 45 pies, Clase 6	Und	74		
1.02	Cruceta de madera tornillo de 90 x 115 mm, 2.4 m long	Und	175		
1.03	Cruceta de madera tornillo de 102 x 127 mm, 4,3 m long	Und	24		
1.04	Crucetas de madera tornillo de 90x115x1500mm	Und	134		
1.05	Liston de madera tratada 50x19 mm, 2.7m Long. (Incl. acces. de fijacion)	Und	259		
<b>2.00</b>	<b>Aisladores tipo pin y accesorios</b>				
2.01	Aisladores de porcelana tipo PIN ANSI 56-4	Und	599		
2.02	Espiga de A°G° de 381 mm long para cruceta y aislador ANSI 56-4	Und	599		
<b>3.00</b>	<b>Cadena de aisladores y accesorios</b>				
3.01	Aisladores de porcelana tipo PIN ANSI 52-3	Und	564		
3.02	Grillete	Und	188		
3.03	Adaptador Casquillo Ojo Alargado	Und	120		
3.04	Adaptador Anillo Bola	Und	120		
<b>4.00</b>	<b>Conductor de aleación de aluminio</b>				
4.01	Cable AAAC 120 mm <sup>2</sup>	m	111,158.43		
<b>5.00</b>	<b>Accesorios para el conductor de aleación de aluminio</b>				
5.01	Manguitos de empalme para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	m	50.00		
5.02	Manguitos de reparación para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	m	50.00		
5.03	Amortiguadores Stockbridge para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	260		
5.04	Varilla de armar preformada simple	Und	537		
5.05	Varilla de armar preformada doble	Und	45		
5.06	Grapa doble vía	Und	114		
5.07	Grapa de anclaje	Und	177		
5.08	Grapa de Angulo	Und	9		
5.09	Alambre de amarre	m	1685		
<b>6.00</b>	<b>Cable de guarda y accesorios</b>				
6.01	Cable de Acero EHS-23 mm <sup>2</sup>	m	51,628.20		

6.02	Grapa de Suspensión de Acero para cable de guarda	Und	200		
6.03	Grapa de anclaje tipo pistola para cable de guarda	Und	144		
6.04	Conector de doble via de acero	Und	372		
6.05	Yugo para cable de guarda	Und	29		
<b>7.00</b>	<b>Accesorios para postes y crucetas</b>				
7.01	Perno coche de a°g° 13 mmø x 152 mm long con arandela tuerca y contratuercatirafondo de a° g° 13 mmx 102 mm long.	Und	82		
7.02	Tirafondo de a°g° 13mmx 102 mm long	Und	50		
7.03	Perno maquinado de a°g° 13 mm x 254 mm long, contuerca y contratuercas	Und	33		
7.04	Perno maquinado de a°g° 16 mm x 508 mm long, contuerca y contratuercas	Und	23		
7.05	Perno maquinado de a°g° 16 mm x 356 mm long, contuerca y contratuercas	Und	172		
7.06	Perno maquinado de a°g° 16 mm x 305 mm long, contuerca y contratuercas	Und	105		
7.07	Perno maquinado de a°g° 16 mm x 254 mm long, contuerca y contratuercas	Und	53		
7.08	Arandela cuadrada plana de a°g° 57x57x5xmm 18mm ø agujero	Und	320		
7.09	Arandela cuadrada curva de a°g° 57x57x5xmm 18mm ø agujero	Und	290		
7.10	Perno ojo de a°g° 16 mm x 305 mm long, contuerca y contratuercas	Und	71		
7.11	Tuerca ojo de a°g° para perno de 16 mmø	Und	45		
7.12	Perno doble armado de a°g° 16 mm x508 mm long, con 4 tuercas	Und	73		
7.13	Brazo soporte (riestra) de madera 0,71 m long	Und	726		
<b>8.00</b>	<b>Material para puestas a tierra</b>				
8.01	Cable de Acero EHS-23 mm2	m	4,730.00		
8.02	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	Und	777.00		
8.03	Conector AB para Electrodo de 16 mm Ø	Und	777.00		
8.04	Grapa u para fijación de conductor de puesta a tierra		17950		
8.05	Cable de Acero de 50 mm2	m	3,808.00		
8.06	Conectores Doble Vía de Acero	Und	529.00		
<b>9.00</b>	<b>Retenidas y anclajes</b>				
9.01	Alambre Galvanizado N° 12	m	990.00		
9.02	Bloque concreto 0.4x0.4x0.15 m	Und	158.00		
9.03	Arandela cuadrada curva de A°G°	Und	316.00		

	57x57x5xmm 18mmØ Agujero				
9.04	Mordaza preformada de acero para cable de 10 mm Ø	Und	316.00		
9.05	Arandela de anclaje de 102x102x6.35 mm con agujero central de 18 mm Ø	Und	158.00		
9.06	Varilla de anclaje de 16 mm Ø x 2400 mm de longitud con ojal guardacabo	Und	158.00		
9.07	Cable de Acero HS de 10 mm Ø	m	2,252.00		
9.08	Perno angular con ojal guardacabo de 16 mm Øx 254 mm con T + CT	Und	158.00		
<b>10.00</b>	<b>Equipo de protección</b>				
10.01	Pararrayos de Línea tipo distribución Clase 2	m	24.00		
	<b>Total Suministro de Materiales</b>				

**b) Sección B – Obras Civiles y Montaje Electromecánico**

Ítem	Descripción	Metrado Base		Costos (US\$)	
		Unid	Cantid.	PU	Subtotal
<b>1.00</b>	<b>Desmontaje de instalaciones existentes</b>				
1.01	Desmontaje de armados existentes (inc desmontaje, acopio y clasificación)	Und	171.00		
1.02	Desmontaje de conductor existente 3 x 70 mm <sup>2</sup>	Km	28.60		
<b>2.00</b>	<b>Instalación de postes de madera</b>				
1.01	Cambio de postes de madera 45'/clase 5 (inc excavación, retiro, izaje y cimentación)	Und	74.00		
1.02	Reubicación de postes de madera existentes(inc excavación, retiro, excavación, izaje y cimentación)	Und	30.00		
1.03	verticalización de postes de madera existentes (inc excavación, izaje y cimentación)	Und	76.00		
<b>3.00</b>	<b>Montaje de armados</b>				
3.10	Armado Tipo Alineamiento GS1-3L	Und	108.00		
3.11	Armado Tipo Angulo GA1-3L	Und	9.00		
3.12	Armado Tipo Retención GR3-3L	Und	7.00		
3.13	Armado Tipo Angulo GA3-3	Und	4.00		
3.14	Armado Tipo Anclaje GTS-3L	Und	1.00		
3.15	Armado Tipo Angulo GA2-3	Und	1.00		
3.16	Armado Tipo Alineamiento GHS-3	Und	1.00		
3.17	Armado Tipo Retención GHR-3	Und	7.00		
3.18	Armado Tipo Anclaje G3A2-3	Und	4.00		
3.19	Armado Tipo Alineamiento GHS-3H	Und	43.00		
3.20	Armado Tipo Retención GHR-3H	Und	5.00		
<b>4.00</b>	<b>Tendido y flechado de conductores</b>				

4.01	Montaje de conductor AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Km	90.37		
4.02	Cable de acero para cable de guarda	km	41.60		
<b>5.00</b>	<b>Instalación de retenidas</b>				
5.01	Reubicación de retenidas	Und	15.00		
5.02	Retemplar retenidas	Und	128.00		
5.03	Instalación de nuevas retenidas	Und	147.00		
<b>6.00</b>	<b>Instalación de puestas a tierra</b>				
6.01	Excavación en Terreno Normal	m3	879.51		
6.02	Excavación en Terreno Roca Fracturada	m3	125.65		
6.03	Excavación en Terreno Rocoso	m3	251.29		
6.04	Instalación de puesta a tierra en postes de madera (cable de guarda)	Und	188.00		
6.05	Relleno, compactación y tratamiento de puestas a tierra (25 ohm max.)	Und	193.00		
<b>7.00</b>	<b>Otros</b>				
7.01	Señalización de estructuras	Und	180.00		
7.02	Pruebas y puesta en servicio de la línea primaria	km	28.60		
7.03	Elaboración de expediente conforme a obra	km	28.60		
<b>Total Obras Civiles y Montaje Electromecánico</b>					

#### 6.4 Presupuesto Base

##### 6.4.1 Línea Primaria 22,9kV Ananea - Derivación Oriental

##### a) Sección A – Suministro de Materiales

Ítem	Descripción	Metrado Base		Costos (US\$)	
		Unid.	Cantid.	PU	Subtotal
<b>1.00</b>	<b>Postes y crucetas de madera</b>				<b>65,719.53</b>
1.01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 6	Und	100.00	500.00	50,000.00
1.02	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 45 pies, Clase 5	Und	12.00	650.00	7,800.00
1.03	Crucetas de madera tornillo de 90x115x2400mm	Und	117.00	36.84	4,310.53
1.04	Crucetas de madera tornillo de 90x115x1500mm	Und	113.00	25.00	2,825.00
1.05	Listón de madera tratada 50x19 mm, 2.7m Long. (Incl. acces. de fijación)	Und	112.00	7.00	784.00
<b>2.00</b>	<b>Aisladores tipo pin y accesorios</b>				<b>17,600.00</b>
2.01	Aisladores de porcelana tipo PIN ANSI 56-4	Und	320.00	45.00	14,400.00
2.02	Espiga de A°G°, 381 mm long. p/cruceta y aislador ANSI 56-4	Und	320.00	10.00	3,200.00
<b>3.00</b>	<b>Cadena de aisladores y accesorios</b>				<b>2,867.75</b>
3.01	Aisladores de porcelana tipo suspensión ANSI 52-3	Und	144.00	16.00	2,304.00

3.02	Grillete	Und	186.00	1.69	314.34
3.03	Adaptador Casquillo ojo alargado	Und	48.00	2.74	131.52
3.04	Adaptador anillo bola	Und	48.00	2.46	117.89
<b>4.00</b>	<b>Conductor de aleación de aluminio</b>				<b>57,101.75</b>
4.01	Conductor de Aleación de Aluminio-AAAC 120mm <sup>2</sup>	km	45.14	1,265.00	57,101.75
<b>5.00</b>	<b>Accesorios para el conductor de aleación de aluminio</b>				<b>3,158.41</b>
5.01	Manguitos de empalme para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	15.00	3.51	52.67
5.02	Manguitos de reparación para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	11.00	4.21	46.35
5.03	Amortiguadores Stockbridge para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	72.00	14.28	1,028.45
5.04	Varilla de armar simple preformada para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	309.00	5.18	1,600.93
5.05	Varilla de armar preformada doble para AAAC 120 mm <sup>3</sup>		3.00	5.85	17.55
5.06	Grapa de doble via para cuellos muertos	Und	18.00	1.02	18.36
5.07	Grapa de anclaje tipo pistola para AAAC120 mm <sup>2</sup>		42.00	5.43	228.10
5.08	Alambre de amarre de aluminio recocido de 16 mm <sup>2</sup>	ML	800.00	0.17	136.00
5.09	Grapa de Angulo para Conductor de 120 mm <sup>2</sup>	m	6.00	5.00	30.00
<b>6.00</b>	<b>Cable de guarda y accesorios</b>				<b>18,141.24</b>
6.01	Cable de Acero EHS-23 mm <sup>2</sup>	km	15.46	1,100.00	17,009.18
6.02	Grapa de Suspension de Acero para cable de guarda	Und	104.00	4.00	416.00
6.03	Grapa de anclaje tipo pistola para cable de guarda	Und	16.00	5.00	80.00
6.04	Conector de doble via de acero	Und	117.00	3.00	351.00
6.05	Perno Ojo de A°G° 16 mm x 305 mm long. contuerca y contratuerca	Und	112.00	2.41	270.26
6.06	Tuerca ojo de A°G° para perno de 16 mmø	Und	10.00	1.48	14.80
<b>7.00</b>	<b>Accesorios para postes y crucetas</b>				<b>5,311.43</b>
7.01	Perno coche de A°G° 13 mmØ X 152 mm long. con arandela tuerca y contratuerca .	Und	337.00	0.67	225.79
7.02	Tirafondo de A°G° 13mmx 102 mm long.	Und	220.00	0.19	42.02
7.03	Perno maquinado de A°G° 16 mm x 508 mm long. contuerca y contratuerca	Und	2.00	2.60	5.20
7.04	Perno maquinado de A°G° 16 MM X 356 mm long. contuerca y contratuerca	Und	359.00	1.86	668.82
7.05	Perno maquinado de A°G° 16 mm x	Und	4.00	1.65	6.60

	305 mm long. contuerca y contratuerca				
7.06	Arandela cuadrada plana de A°G° 57x57x5xmm 18mm ø agujero	Und	284.00	0.24	67.31
7.07	Arandela cuadrada curva de A°G° 57x57x5xmm 18mm ø agujero	Und	557.00	0.24	132.01
7.08	Perno ojo de A°G° 16 MM X 305 mm long, contuerca y contratuerca	Und	28.00	2.41	67.56
7.09	Tuerca ojo de A°G° para perno de 16 mmø	Und	38.00	1.48	56.32
7.10	Perno doble armado de A°G° 16 mm x508 mm long. con 4 tuercas	Und	124.00	2.58	319.80
7.12	Brazo soporte (riestra) de madera 0,71 m long.	Und	339.00	8.00	2,712.00
7.13	Placa metálica de codificación de poste	Und	112.00	5.00	560.00
7.14	Placa metálica de secuencia de Fases (Incluye accesorios autoroscantes de fijación)	Und	112.00	4.00	448.00
<b>8.00</b>	<b>Material para puesta a tierra</b>				<b>13,565.00</b>
8.01	Cable de Acero Galvanizado EHS-23 (1/4" Ø)	m	1,680.00	1.10	1,848.00
8.02	Cable de Acero Galvanizado 3/8" Ø	m	1,792.00	1.50	2,688.00
8.03	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	Und	339.00	20.00	6,780.00
8.04	Conector AB para Electrodo de 16 mm Ø y Cable de acero	Und	339.00	3.00	1,017.00
8.05	Grapa en "U" de acero	Und	7,840.00	0.05	392.00
8.06	Conectores doble via de acero	m	336.00	2.50	840.00
<b>9.00</b>	<b>Retenidas y anclaje</b>				<b>2,130.65</b>
9.01	Alambre Galvanizado N° 12 para entorchado	Und	250.00	0.12	30.50
9.02	Bloque concreto 0.4x0.4x0.15 m	Und	50.00	5.97	298.40
9.03	Arandela cuadrada curva de A°G° 57x57x5xmm 18mmØ Agujero	Und	100.00	0.24	23.70
9.04	Mordaza preformada de acero para cable de 10 mmØ	Und	100.00	2.07	206.90
9.05	Arandela de anclaje de 102x102x6.35 mm con agujero central de 18 mmØ	Und	50.00	1.00	49.95
9.06	Varilla de anclaje de 16 mmØ x 2400 mmde longitud con ojal guardacabo	Und	50.00	8.84	442.10
9.07	Cable de Acero HS de 10 mmØ	Und	700.00	1.13	789.60
9.08	Perno angular con ojal guardacabo de 16 mm Øx 254 mm con T + CT	Und	50.00	2.06	103.00
9.09	Cable de Acero EHS-23 mm2	Und	50.00	1.69	84.50
9.10	Grapa de doble vía p/ cuellos muertos	Und	100.00	1.02	102.00
<b>10.00</b>	<b>Equipos de protección</b>				<b>5,850.00</b>
10.01	Pararrayos de Línea tipo tipo distribución Clase 2	Und	6.00	525.00	3,150.00
10.02	Seccionador Fusible Unipolar Tipo	Und	3.00	300.00	900.00

	Expulsión (Cut-Out) de 38 kV, 100A, 150kV-BIL.				
10.03	Pararrayos de Oxido Metálico, 21 kV, 10 KA Clase 1	Und	6.00	300.00	1,800.00
	<b>Total Suministro de Materiales</b>				<b>191,445.76</b>

**b) Sección B – Obras Civiles y Montaje Electromecánico**

Ítem	Descripción	Metrado Base		Costos (US\$)	
		Unid.	Cantid.	PU	Subtotal
<b>1.00</b>	<b>Obras preliminares</b>				<b>8 268.20</b>
1.01	Replanteo topográfico y ubicación de postes	km	14.30	111.89	1 600.06
1.02	Ingeniería de Detalle de la Línea Primaria	km	14.30	309.51	4 426.06
1.03	Transporte de postes y materiales de almacén a punto de izaje	Und	112.00	20.02	2 242.07
<b>2.00</b>	<b>Instalación de postes de madera</b>				<b>14 547.54</b>
2.01	Excavación en Terreno Normal	m3	70.93	15.53	1 101.85
2.02	Excavación en Terreno en Roca Fracturada	m3	10.13	34.30	347.54
2.03	Excavación en Terreno Rocoso	m3	20.27	88.81	1 800.01
2.04	Izado de postes de madera de 12 m	Und	100.00	70.49	7 049.26
2.05	Relleno y compactación de postes de madera	Und	112.00	28.49	3 190.34
2.06	Izado de postes de madera de 13 m	Und	12.00	88.21	1 058.53
<b>3.00</b>	<b>Instalación de retenidas</b>				<b>4 494.27</b>
3.01	Excavación en Terreno Normal	m3	33.00	15.53	512.60
3.02	Excavación en Terreno en Roca Fracturada	m3	5.50	34.30	188.63
3.03	Excavación en Terreno Rocoso	m3	16.50	88.81	1 465.44
3.04	Instalación de retenida inclinada	Und	50.00	20.89	1 044.26
3.05	Relleno y compactación de retenida	Und	50.00	25.67	1 283.33
<b>4.00</b>	<b>Montaje de armados</b>				<b>2 252.66</b>
4.01	Montaje de armado GS1-3	Und	101.00	16.32	1 648.54
4.02	Montaje de armado GA1-3	Und	1.00	35.93	35.93
4.03	Montaje de armado GR3-3	Und	5.00	80.01	400.04
4.04	Montaje de armado GA2-3	Und	2.00	24.11	48.23
4.05	Montaje de armado GA3-3	Und	1.00	60.05	60.05
4.06	Montaje de armado GTS-3L	Und	2.00	29.93	59.86
<b>5.00</b>	<b>Montaje de conductores</b>				<b>30 213.40</b>
5.01	Conductor de aleación de aluminio de 120 mm <sup>2</sup>	km	45.14	487.40	22 001.27
5.02	Amortiguadores Stockbridge para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	72.00	9.38	675.47
5.03	Cable de acero para cable de guarda	km	15.46	487.40	7 536.67
<b>6.00</b>	<b>Instalación de puesta a tierra</b>				<b>44 801.36</b>
6.01	Medición de Resistividad y Resistencia Puesta a Tierra	Und	112.00	13.89	1 555.97

6.02	Excavación en Terreno Normal	m3	460.21	15.53	7 148.56
6.03	Excavación en Terreno Roca Fracturada	m3	65.74	34.30	2 254.78
6.04	Excavación en Terreno Rocoso	m3	131.49	88.81	11 678.08
6.05	Instalación de puesta a tierra en postes de madera (cable de guarda)	Und	112.00	19.88	2 226.31
6.06	Relleno, compactación y tratamiento de puestas a tierra (25 ohm max)	Und	112.00	178.01	19 937.66
<b>7.00</b>	<b>Pruebas y puesta en servicio</b>				<b>1 924.36</b>
7.01	Revisión final, prueba y puesta en servicio	km	14.30	134.57	1 924.36
<b>Total Obras Civiles y Montaje Electromecánico</b>					<b>106 501.79</b>

#### 6.4.2 Rehabilitación Línea Primaria 22,9kV Deriv. Oriental – Untuca -Llactapata

##### a) Sección A – Suministro de Materiales

Ítem	Descripción	Metrado Base		Costos (US\$)	
		Unid	Cantid.	PU	Subtotal
<b>1.00</b>	<b>Postes y crucetas de madera</b>				<b>50,378.32</b>
1.01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 45 pies, Clase 6	Und	74	500.00	37,000.00
1.02	Cruceta de madera tornillo de 90 x 115 mm, 2.4 m long	Und	175	36.84	6,447.00
1.03	Cruceta de madera tornillo de 102 x 127 mm, 4,3 m long	Und	24	73.68	1,768.32
1.04	Crucetas de madera tornillo de 90x115x1500mm	Und	134	25.00	3,350.00
1.05	Liston de madera tratada 50x19 mm, 2.7m Long. (Incl. acces. de fijacion)	Und	259	7.00	1,813.00
<b>2.00</b>	<b>Aisladores tipo pin y accesorios</b>				<b>32,945.00</b>
2.01	Aisladores de porcelana tipo PIN ANSI 56-4	Und	599	45.00	26,955.00
2.02	Espiga de A°G° de 381 mm long para cruceta y aislador ANSI 56-4	Und	599	10.00	5,990.00
<b>3.00</b>	<b>Cadena de aisladores y accesorios</b>				<b>9,747.32</b>
3.01	Aisladores de porcelana tipo PIN ANSI 52-3	Und	564	16.00	9,024.00
3.02	Grillete	Und	188	1.69	317.72
3.03	Adaptador Casquillo Ojo Alargado	Und	120	1.69	202.80
3.04	Adaptador Anillo Bola	Und	120	1.69	202.80
<b>4.00</b>	<b>Conductor de aleación de aluminio</b>				<b>155,232.75</b>
4.01	Cable AAAC 120 mm2	m	111,158.43	1.40	155,232.75
<b>5.00</b>	<b>Accesorios para el conductor de aleación de aluminio</b>				<b>8,474.35</b>
5.01	Manguitos de empalme para AAAC 120 mm2	m	50.00	1.10	55.00
5.02	Manguitos de reparación para AAAC	m	50.00	1.10	55.00

	120 mm <sup>2</sup>				
5.03	Amortiguadores Stockbridge para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	260	14.28	3,712.80
5.04	Varilla de armar preformada simple	Und	537	5.18	2,781.66
5.05	Varilla de armar preformada doble	Und	45	5.85	263.25
5.06	Grapa doble vía	Und	114	1.02	116.28
5.07	Grapa de anclaje	Und	177	5.43	961.11
5.08	Grapa de Angulo	Und	9	12.00	108.00
5.09	Alambre de amarre	m	1685	0.25	421.25
<b>6.00</b>	<b>Cable de guarda y accesorios</b>				<b>59,717.02</b>
6.01	Cable de Acero EHS-23 mm <sup>2</sup>	m	51,628.20	1.10	56,791.02
6.02	Grapa de Suspensión de Acero para cable de guarda	Und	200	4.00	800.00
6.03	Grapa de anclaje tipo pistola para cable de guarda	Und	144	5.00	720.00
6.04	Conector de doble via de acero	Und	372	3.00	1,116.00
6.05	Yugo para cable de guarda	Und	29	10.00	290.00
<b>7.00</b>	<b>Accesorios para postes y crucetas</b>				<b>7,106.19</b>
7.01	Perno coche de a°g° 13 mmø x 152 mm long con arandela tuerca y contratuerca tirafondo de a° g° 13 mmx 102 mm long.	Und	82	0.67	54.94
7.02	Tirafondo de a°g° 13mmx 102 mm long	Und	50	0.19	9.50
7.03	Perno maquinado de a°g° 13 mm x 254 mm long, contuerca y contratuerca	Und	33	0.97	32.01
7.04	Perno maquinado de a°g° 16 mm x 508 mm long, contuerca y contratuerca	Und	23	2.60	59.80
7.05	Perno maquinado de a°g° 16 mm x 356 mm long, contuerca y contratuerca	Und	172	1.86	319.92
7.06	Perno maquinado de a°g° 16 mm x 305 mm long, contuerca y contratuerca	Und	105	1.65	173.25
7.07	Perno maquinado de a°g° 16 mm x 254 mm long, contuerca y contratuerca	Und	53	1.44	76.32
7.08	Arandela cuadrada plana de a°g° 57x57x5xmm. 18mm ø agujero	Und	320	0.24	76.80
7.09	Arandela cuadrada curva de a°g° 57x57x5xmm 18mm ø agujero	Und	290	0.24	69.60
7.10	Perno ojo de a°g° 16 mm x 305 mm long, contuerca y contratuerca	Und	71	2.41	171.11
7.11	Tuerca ojo de a°g° para perno de 16 mmø	Und	45	1.48	66.60
7.12	Perno doble armado de a°g° 16 mm x508 mm long, con 4 tuercas	Und	73	2.58	188.34
7.13	Brazo soporte (riestra) de madera 0,71 m long	Und	726	8.00	5,808.00
<b>8.00</b>	<b>Material para puestas a tierra</b>				<b>32,801.00</b>
8.01	Cable de Acero EHS-23 mm <sup>2</sup>	m	4,730.00	1.10	5,203.00
8.02	Electrodo de Acero Recubierto de	Und	777.00	20.00	15,540.00

	Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m				
8.03	Conector AB para Electrodo de 16 mm Ø	Und	777.00	3.00	2,331.00
8.04	Grapa u para fijación de conductor de puesta a tierra		17950	0.15	2,692.50
8.05	Cable de Acero de 50 mm <sup>2</sup>	m	3,808.00	1.50	5,712.00
8.06	Conectores Doble Vía de Acero	Und	529.00	2.50	1,322.50
<b>9.00</b>	<b>Retenidas y anclajes</b>				<b>6,216.98</b>
9.01	Alambre Galvanizado N° 12	m	990.00	0.12	118.80
9.02	Bloque concreto 0.4x0.4x0.15 m	Und	158.00	5.97	943.26
9.03	Arandela cuadrada curva de A°G° 57x57x5xmm 18mmØ Agujero	Und	316.00	0.24	75.84
9.04	Mordaza preformada de acero para cable de 10 mm Ø	Und	316.00	2.07	654.12
9.05	Arandela de anclaje de 102x102x6.35 mm con agujero central de 18 mm Ø	Und	158.00	1.00	158.00
9.06	Varilla de anclaje de 16 mm Ø x 2400 mm de longitud con ojal guardacabo	Und	158.00	8.84	1,396.72
9.07	Cable de Acero HS de 10 mm Ø	m	2,252.00	1.13	2,544.76
9.08	Perno angular con ojal guardacabo de 16 mm Øx 254 mm con T + CT	Und	158.00	2.06	325.48
<b>10.00</b>	<b>Equipo de protección</b>				<b>15,000.00</b>
10.01	Pararrayos de Línea tipo distribución Clase 2	m	24.00	625.0	15,000.00
	<b>Total Suministro de Materiales</b>				<b>377,618.93</b>

**b) Sección B – Obras Civiles y Montaje Electromecánico**

Ítem	Descripción	Metrado Base		Costos (US\$)	
		Unid	Cantid.	PU	Subtotal
<b>1.00</b>	<b>Desmontaje de instalaciones existentes</b>				<b>9,863.82</b>
1.01	Desmontaje de armados existentes (inc desmontaje, acopio y clasificación)	Und	171.00	9.53	1,629.57
1.02	Desmontaje de conductor existente 3 x 70 mm <sup>2</sup>	Km	28.60	287.91	8,234.26
<b>2.00</b>	<b>Instalación de postes de madera</b>				<b>19,033.73</b>
1.01	Cambio de postes de madera 45'/clase 5 (inc excavación, retiro, izaje y cimentación)	Und	74.00	125.78	9,307.56
1.02	Reubicación de postes de madera existentes (inc excavación, retiro, excavación, izaje y cimentación)	Und	30.00	136.85	4,105.56
1.03	verticalización de postes de madera existentes (inc excavación, izaje y cimentación)	Und	76.00	73.96	5,620.62
<b>3.00</b>	<b>Montaje de armados</b>				<b>5,901.17</b>
3.10	Armado Tipo Alineamiento GS1-3L	Und	108.00	21.89	2,364.40

3.11	Armado Tipo Angulo GA1-3L	Und	9.00	29.78	268.00
3.12	Armado Tipo Retención GR3-3L	Und	7.00	80.01	560.05
3.13	Armado Tipo Angulo GA3-3	Und	4.00	35.93	143.73
3.14	Armado Tipo Anclaje GTS-3L	Und	1.00	29.78	29.78
3.15	Armado Tipo Angulo GA2-3	Und	1.00	27.06	27.06
3.16	Armado Tipo Alineamiento GHS-3	Und	1.00	44.91	44.91
3.17	Armado Tipo Retención GHR-3	Und	7.00	50.00	350.03
3.18	Armado Tipo Anclaje G3A2-3	Und	4.00	44.91	179.64
3.19	Armado Tipo Alineamiento GHS-3H	Und	43.00	39.74	1,709.01
3.20	Armado Tipo Retención GHR-3H	Und	5.00	44.91	224.56
<b>4.00</b>	<b>Tendido y flechado de conductores</b>				<b>64,324.28</b>
4.01	Montaje de conductor AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Km	90.37	487.40	44,048.24
4.02	Cable de acero para cable de guarda	km	41.60	487.40	20,276.04
<b>5.00</b>	<b>Instalación de retenidas</b>				<b>4,791.72</b>
5.01	Reubicación de retenidas	Und	15.00	10.92	163.83
5.02	Retemplar retenidas	Und	128.00	12.17	1,557.76
5.03	Instalación de nuevas retenidas	Und	147.00	20.89	3,070.12
<b>6.00</b>	<b>Instalación de puestas a tierra</b>				<b>78,382.86</b>
6.01	Excavación en Terreno Normal	m3	879.51	15.53	13,661.71
6.02	Excavación en Terreno Roca Fracturada	m3	125.65	34.30	4,309.28
6.03	Excavación en Terreno Rocoso	m3	251.29	88.81	22,317.99
6.04	Instalación de puesta a tierra en postes de madera (cable de guarda)	Und	188.00	19.88	3,737.02
6.05	Relleno, compactación y tratamiento de puestas a tierra (25 ohm max.)	Und	193.00	178.01	34,356.86
<b>7.00</b>	<b>Otros</b>				<b>8,405.16</b>
7.01	Señalización de estructuras	Und	180.00	11.20	2,015.33
7.02	Pruebas y puesta en servicio de la línea primaria	km	28.60	134.57	3,848.71
7.03	Elaboración de expediente conforme a obra	km	28.60	88.85	2,541.11
<b>Total Obras Civiles y Montaje Electromecánico</b>					<b>190,702.74</b>

## 6.5 Cronograma de Obra

Se ha elaborado el Cronograma de Obra en función del Suministro y Montaje Electromecánico para la Línea Primaria en 22,9kV Ananea-Derivación Oriental y la Rehabilitación de la Línea Primaria en 22,9kV Derivación Oriental – Untuca – Llactapata, en esta última se encuentra el punto de interconexión con la Unidad Minera Untuca de propiedad de Cori Puno.

El Cronograma de Obra se ha calculado en 130 días calendario, el cual se puede apreciar en la siguiente página

### CRONOGRAMA DE OBRA

ID	Nombre de tarea	Duration	Mar '11		Apr '11		May '11			Jun '11			Jul '11			Aug '11														
			28	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	
1	<b>L.P. 22.9 KV S.E. ANANEA - UNTUCA - LLACTAPATA</b>	<b>130 days</b>	[Gantt bar for 130 days]																											
2	✓ Firma de Contrato de ejecución	0 days	◆																											
3	✓ Cancelación del adelanto contractual en efectivo	0 days	◆																											
4	<b>PERÍODO DE EJECUCIÓN DE OBRA</b>	<b>130 days</b>	[Gantt bar for 130 days]																											
5	Ingeniería y Replanteo topográfico	60 days	[Gantt bar for 60 days]																											
6	<b>LINEA PRIMARIA</b>	<b>130 days</b>	[Gantt bar for 130 days]																											
7	<b>SUMINISTRO</b>	<b>99 days</b>	[Gantt bar for 99 days]																											
8	✓ Postes de madera	0 days	◆																											
9	Crucetas de madera	15 days	[Gantt bar for 15 days]																											
10	Conjunto aisladores y accesorios	15 days	[Gantt bar for 15 days]																											
11	Conductor de Aleacion de aluminio	45 days	[Gantt bar for 45 days]																											
12	Material de ferretería para postes, crucetas y retenidas	15 days	[Gantt bar for 15 days]																											
13	Material para puesta a tierra	15 days	[Gantt bar for 15 days]																											
14	Equipo de protección	25 days	[Gantt bar for 25 days]																											
15	<b>MONTAJE ELECTROMECÁNICO DE LINEA PRIMARIA</b>	<b>51 days</b>	[Gantt bar for 51 days]																											
16	Transporte poste de almacén a punto de izaje	20 days	[Gantt bar for 20 days]																											
17	Excavación en terreno normal y rocoso	18 days	[Gantt bar for 18 days]																											
18	lizado de postes, relleno y compactación para cimentación	15 days	[Gantt bar for 15 days]																											
19	Montaje de armados	10 days	[Gantt bar for 10 days]																											
20	Instalación de retenidas	15 days	[Gantt bar for 15 days]																											
21	Excavación e instalación para puesta a tierra en terreno normal	15 days	[Gantt bar for 15 days]																											
22	Tendido y puesta en flecha conductor	15 days	[Gantt bar for 15 days]																											
23	Pruebas y puesta en servicio de la Linea Primaria	5 days	[Gantt bar for 5 days]																											
24	Expediente conforme a obra	5 days	[Gantt bar for 5 days]																											
25	Fin de obra	0 days	◆																											

Proyecto: Cronograma Proy. Rem  
Fecha: Sun 11/6/11

Tarea		Hito exteTarea		Manual Summary Rollup	
División		Inactive Task		Manual Summary	
Hito		Inactive Milestone		Start-only	
Resumen		Inactive Summary		Finish-only	
Resumen del proyecto		Manual Task		Progreso	
Tareas externas		Duration-only		División	

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Se ha desarrollado el Estudio Definitivo de Ingeniería para la construcción de una Línea Primaria en 22,9kV para el suministro eléctrico a la Unidad Minera Untuca – Puno, teniendo en cuenta las recomendaciones del estándar IEEE Std 1410-2004 para mejorar el desempeño de la Línea en condiciones de una alta incidencia de descargas atmosféricas por encontrarse a una altitud mayor a 4000 msnm.
2. El conductor o cable de guarda proporciona una gran protección a los conductores de fase contra las descargas atmosféricas (descargas directas), pero ocurren salidas del servicio por flámeos inversos que se deben a resistencias de puesta a tierra elevadas. Para vencer esta dificultad se ha incrementado el nivel del aislamiento de la Línea Primaria incrementando el CFO 275kV como caso más crítico de la estructura con respecto a tierra.
3. Se ha descrito la necesidad del uso de riostras de madera en reemplazo de las riostras metálicas como soporte de las crucetas de madera para incrementar el CFO de la estructuras diseñadas para el proyecto, traduciéndose en una menor exigencia con respecto a los valores de Puesta a Tierra máximos permisibles para mantener un bajo nivel en la tasa de salidas de la Línea.
4. De los resultados obtenidos, se demuestra la influencia significativa que tienen las variables estudiadas, tanto en la sobretensión inducida, descargas directas y en la tasa de salidas. Por ello, es importante que cuando se realice el diseño de líneas aéreas de media tensión en zonas geográficas alturas mayores a los 4 000 msnm con altos niveles ceraúnicos y con altas posibilidades de que ocurran descargas atmosféricas cercanas a las líneas (entorno a los 2 km), se tomen

previsiones sobre algunos de los parámetros de diseño que pueden ayudar a minimizar la tasa de salida:

- Incremento del nivel de aislamiento (CFO).
- Disminución de la altura efectiva sobre el plano de tierra.
- Evaluación de valores Puesta a Tierra a obtener en terreno.

### **Recomendaciones**

5. Se recomienda investigar el uso de otros materiales de soporteria y accesorios tal como la fibra de vidrio para conseguir valores de CFO altos, lo cual permitiría un mayor rango en los valores de puestas a tierra, el diseñador debe mantener un equilibrio Costo/Beneficio en la aplicación de estos criterios.
6. Se recomienda la instalación de registradores de descargas atmosféricas a fin de obtener un mapa del niveles isoceráunicos real, detallado e histórico en determinada área geográfica, tanto en la Subestación de salida y la Subestación de Llegada.
7. Un método común en nuestro medio para mejorar las puestas a tierra es la utilización de contrapesos. Desde el punto de vista de respuesta transitoria, es mejor la utilización de varios cables contrapeso con longitudes menores, a una cantidad reducida de cables contrapeso con longitudes muy largas. El uso de materiales de tratamiento para disminución del valor de puesta a tierra tal como el cemento conductor puede ser más rentable en el funcionamiento, ya que evitan el mantenimiento y hurto de conductores de Cu. Lo cual sería aplicable en la rehabilitación de instalaciones existentes.

**ANEXO A**  
**CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS Y REGULACIÓN DE**  
**TENSIÓN**

## ANEXO N° A.1 PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LOS CONDUCTORES

### Características de Conductores AAAC

Sección (mm²)	Hilos (Cantidad)	Ø hilo (mm)	Peso (kg/km)	R 20°C (ohm/km)	Mod.Elas (kg/mm²)	Coef.Dila (1/°C)	Sección (mm²)	Ø ext (mm)	Rotura (kg)	Secc/Rotura (kg/mm²)	acc.Real/Rotur (kg/mm²)
150	37	2.25	405.1	0.2210	6250	0.000023	147.11	15.75	4191	27.94	28.49
120	19	2.5	333.0	0.2820	6350	0.000023	120.00	14.25	3625	30.21	30.21
95	19	2.5	260.4	0.3580	6350	0.000023	93.30	12.50	2699	28.41	28.93
70	19	2.15	189.6	0.5070	6350	0.000023	65.80	10.50	1965	28.07	29.86
50	7	3	135.0	0.6710	6450	0.000023	49.48	9.00	1507.6	30.15	30.47
35	7	2.5	94.0	0.9960	6450	0.000023	34.40	7.50	1055	30.14	30.67
25	7	2.1	66.0	1.3700	6450	0.000023	24.20	6.30	754	30.17	31.17
16 Cu	7	1.7	141.0	1.1300	11500	0.000017	16.00	5.10	636	39.75	39.75
25 Cu	7	2.14	224.0	0.7410	11500	0.000017	25.00	6.42	995	62.19	39.80
50 Cu	19	1.78	420.0	0.3950	11500	0.000017	50.00	8.90	1890	118.13	37.80
16	7	1.68	42.7	2.1615	6450	0.000023	15.50	5.04	414	25.88	26.71

### Resistencia (R)

Sección	120	95	70	50	35	25	16	16 Cu	25 Cu	50 Cu	
R 20°C	0.2820	0.3580	0.5070	0.6710	0.9660	1.3700	2.1615	1.1300	0.7410	0.3950	Ohm/km
Alfa	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0038	0.0038	0.0038	°C -1
T Oper.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	°C
R T Oper.	0.3023	0.3838	0.5435	0.7193	1.0356	1.4686	2.3171	1.2163	0.7976	0.4252	Ohm/km

### Cálculo de la inductancia (L)

	3F	2F	1F+N	MRT	
	Trifásico	Monofásico	Monofásico	Retorno	
DMG	1.2000	2.2000	1.2000	1.2000	m
De				250	ohm-m
Tensión	22.9	22.9	13.20	13.2	kV

Distancia media geométrica  
Resistividad del terreno  
Diámetro equivalente

Sección (mm²)	Radio Hilo (m)	Dist.med (m)	Radio Equi (m)	L 3F	L 2F	L 1F+N	L MRT	f (Hz)	X 3F	X 2F
				Trifásico (Hr/km)	Monofásico (Hr/km)	Monofásico (Hr/km)	Retorno (Hr/km)		Trifásico (Ohm/km)	Monofásico (Ohm/km)
150	0.00113	0.0060	0.00788	0.00105	0.00118	0.00105	-	60	0.3974	0.4431
120	0.00125	0.0067	0.00713	0.00107	0.00120	0.00107	-	60	0.4050	0.4506
95	0.00125	0.0047	0.00625	0.00110	0.00122	0.00110	-	60	0.4148	0.4605
70	0.00108	0.0041	0.00525	0.00114	0.00126	0.00114	-	60	0.4280	0.4736
50	0.00150	0.0032	0.00450	0.00117	0.00129	0.00117	-	60	0.4396	0.4852
35	0.00125	0.0026	0.00375	0.00120	0.00132	0.00120	-	60	0.4533	0.4989
25	0.00105	0.0022	0.00315	0.00124	0.00136	0.00124	-	60	0.4664	0.5121
16 Cu	0.00085	0.0018	0.00255	0.00128	0.00140	0.00128	-	60	0.4823	0.5280
25 Cu	0.00107	0.0023	0.00321	0.00123	0.00135	0.00123	-	60	0.4650	0.5107
50 Cu	0.00089	0.0019	0.00445	0.00117	0.00129	0.00117	-	60	0.4404	0.4861
16	0.00084	0.0018	0.00252	0.00128	0.00140	0.00128	-	60	0.4832	0.5289

Sección (mm²)	X 1F+N	X MRT	R 20°C	Alfa	R Operac	Cos ø	3F	2F	1F+N	MRT
	Monofásico (Ohm/km)	Retorno (Ohm/km)	(°C)	(1/°C)	(°C)		Trifásico (Ohm/km)	Monofásico (Ohm/km)	Monofásico (Ohm/km)	Retorno (Ohm/km)
150	0.3974	0.9272	0.22100	0.0036	0.2369	0.90	8.188E-05	1.722E-04	4.929E-04	4.281E-04
120	0.4050	0.9192	0.28200	0.0036	0.3023	0.90	9.505E-05	1.985E-04	5.721E-04	4.635E-04
95	0.4148	0.9454	0.35800	0.0036	0.3838	0.90	1.115E-04	2.314E-04	6.711E-04	5.175E-04
70	0.4280	0.9568	0.50700	0.0036	0.5435	0.90	1.432E-04	2.948E-04	8.618E-04	6.123E-04
50	0.4396	0.9756	0.67100	0.0036	0.7193	0.90	1.778E-04	3.640E-04	1.070E-03	7.185E-04
35	0.4533	0.9894	0.99600	0.0036	1.0677	0.90	2.455E-04	4.994E-04	1.478E-03	9.222E-04
25	0.4664	1.0025	1.37000	0.0036	1.4686	0.90	3.231E-04	6.547E-04	1.945E-03	1.156E-03
16 Cu	0.4823	1.0184	1.13000	0.00382	1.2163	0.90	2.765E-04	5.614E-04	1.664E-03	1.016E-03
25 Cu	0.4650	1.0011	0.74100	0.00382	0.7976	0.90	1.950E-04	3.985E-04	1.174E-03	7.705E-04
50 Cu	0.4404	1.0150	0.39500	0.00382	0.4252	0.90	1.218E-04	2.519E-04	7.329E-04	5.606E-04
16	0.4832	1.0193	2.16150	0.0036	2.3171	0.90	4.865E-04	9.814E-04	2.928E-03	1.648E-03

## ANEXO N° A.2

### CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN ESTUDIO DEFINITIVO DE LINEA PRIMARIA ANANEA - DV. ORIENTAL - LLACTAPATA EN 22,9 KV

PUNTO DE ALIMENTACION: S.E. ANANEA

22.9 kV

Nodo	Descripción (localidades)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Suma de Potencia (kW)	Longitud (km)	Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	Número de Fases	K	Caída de Tensión (%)	Tensión (kV)	Tensión (PU)	% Caída de Tensión respecto a Vn	Pérdidas (kW)
	SE Ananea 60/22,9 kV									22.90	1.000		
Tramo 01	SE Ananea - Dv. Oriental			1,235.00	14.33	120	3F	9.508E-05	1.683	22.51	0.983	1.7%	16.09
Tramo 02	Dv. Oriental - Untuca			1,235.00	22.08	120	3F	9.505E-05	2.592	21.92	0.957	4.3%	21.19
Tramo 03	Untuca - Zona de Mina	1,235.00	598.14	1,235.00	6.59	120	3F	9.505E-05	0.774	21.74	0.950	5.0%	7.93

Nota:  $\cos\phi = 0,95$

Tension de Salida 1,0 pu

Potencia Transmitida 1300 KVA

**ANEXO B**  
**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES**

## ANEXO N° B.1 GRAFICO DE CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

Conductor: 7&19 Strand 6201 Aluminum Alloy  
Size Range: 30,58thru 652,4 kcmil

### ECUACIONES DE CURVAS

#### Esfuerzo Inicial para cables de AAAC en kN/mm<sup>2</sup>

$Y=0,063+55,613X+25,381X^2 - 85,774X^3$  (Según pruebas)

$Y' = 51,382X+0,6027$  kN/mm<sup>2</sup> (Lineal aproximada)

Modulo de elasticidad inicial= 51.382 kN/mm<sup>2</sup>

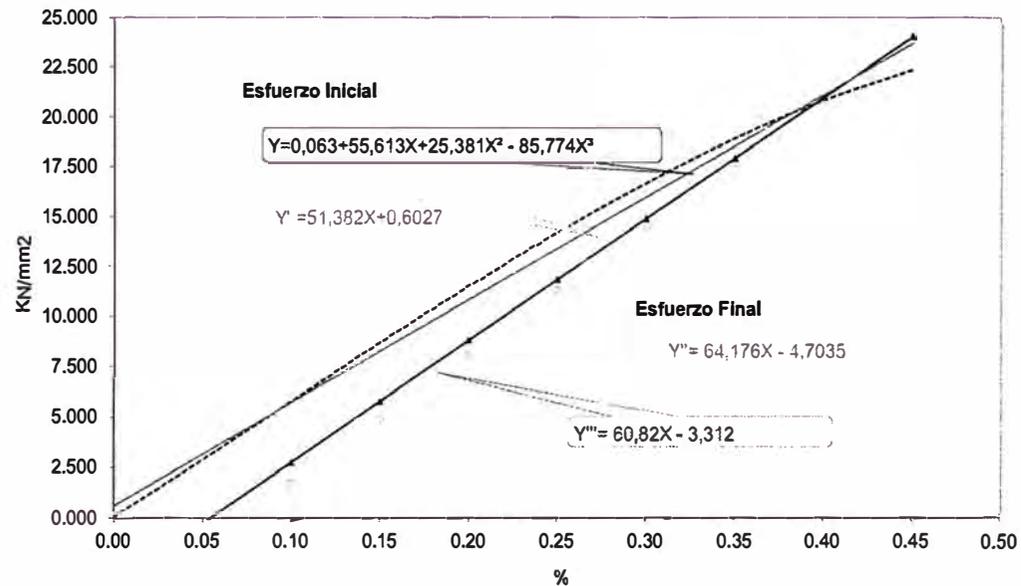
#### Esfuerzo Final para cables de AAAC en kN/mm<sup>2</sup>

$Y''=64,176X + b$  kN/mm<sup>2</sup> (Familia de curvas según pruebas)

Modulo de elasticidad final = 64.176 kN/mm<sup>2</sup>

$Y'''=60,82X + b$  kN/mm<sup>2</sup> (Familia de Curvas según ET-DEP/MEM)

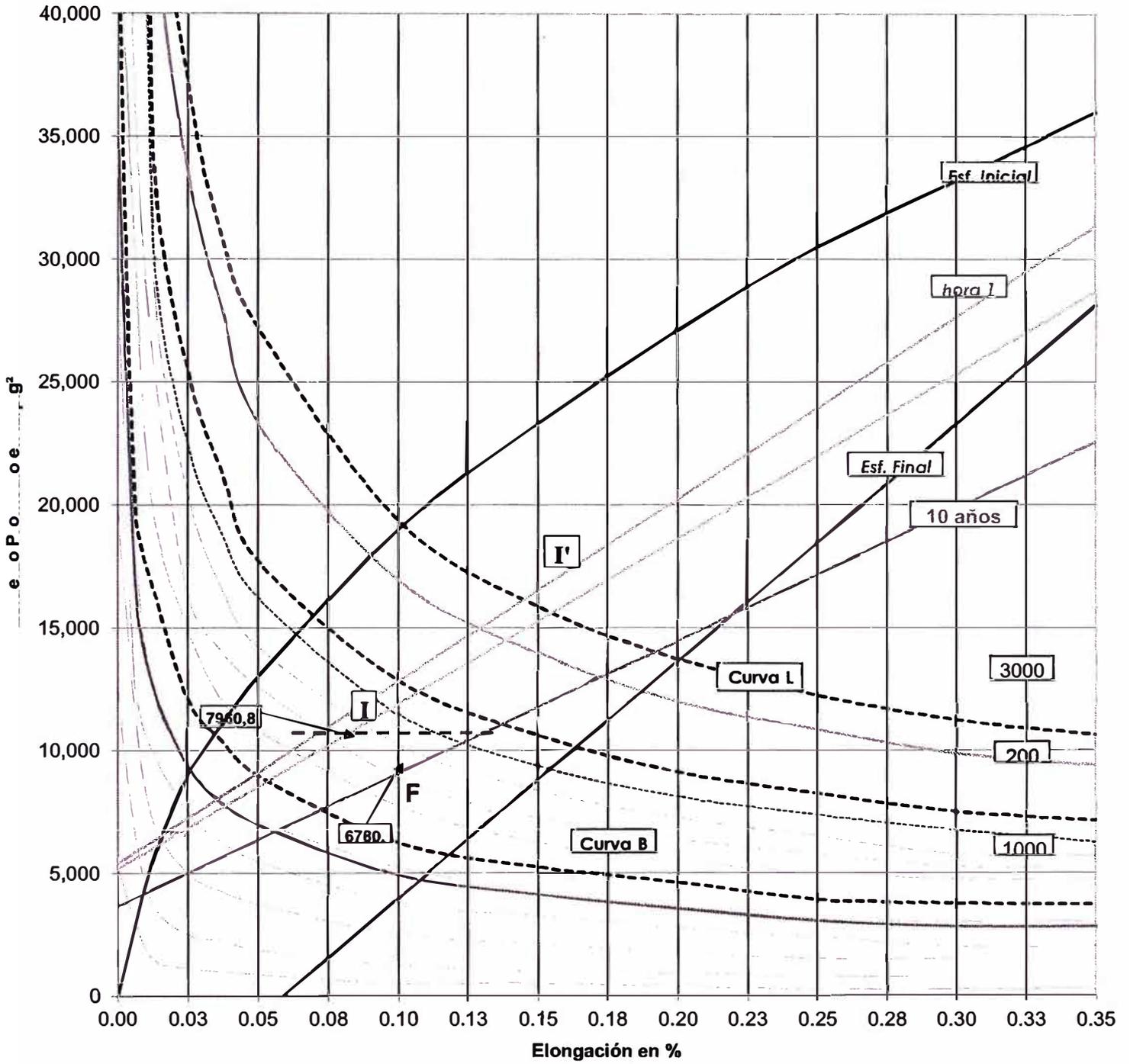
Modulo de elasticidad final = 60.82 kN/mm<sup>2</sup>



#### Referencia:

The Aluminum Association  
750 third Avenue, New York , NY 10017  
Date: Jan 15-1971/ Revised July - 1974

**Anexo N°B.2**  
**GRAFICO ESFUERZO DEFORMACIÓN**  
**Conductor: 7&19 Strand 6201 Aluminum Alloy**



**ANEXO N° B.3**  
**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES - AAAC 120 mm<sup>2</sup>**

<b>Conductor:</b>	AAAC	<b>Hipótesis I :</b>	Templado 5°C, S/V, EDS 18% (Trotura)	<b>Desnivel:</b>	10%
<b>Sección:</b>	120 mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II :</b>	Temperatura Mínima -5°C, S/V, 10mm Hielo, 60 % Trotura		
<b>Peso Unitario:</b>	0.333 daN/m	<b>Hipótesis III :</b>	Máximo Carga de Viento 0°C, C/V 90 km/h, 60% Trotura		
<b>Tiro de Rotura:</b>	3625 KN	<b>Hipótesis IV :</b>	Combinacion Hielo y Viento -5°C, 45 km/h, Hielo 5mm, 60 % Trotura		
		<b>Hipótesis V :</b>	Temperatura Maxima 40°C, S/V, 60 % Trotura		

Vano (m)	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV			Hipótesis V		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
100	10.0	6,398.8	6,449.2	0.6	10,251.0	10,365.6	1.3	8,013.3	8,087.3	0.9	8,838.9	8,920.4	0.9	3,094.1	3,130.1	1.3
105	10.5	6,398.8	6,450.2	0.7	10,388.3	10,507.2	1.4	8,069.1	8,145.3	1.0	8,895.4	8,979.3	1.0	3,173.8	3,211.5	1.4
110	11.0	6,398.8	6,451.2	0.8	10,524.2	10,647.5	1.5	8,124.8	8,203.2	1.1	8,952.0	9,038.3	1.1	3,251.1	3,290.2	1.5
115	11.5	6,398.8	6,452.3	0.9	10,658.7	10,786.3	1.6	8,180.2	8,260.8	1.2	9,008.4	9,097.2	1.2	3,325.9	3,366.6	1.6
120	12.0	6,398.8	6,453.4	0.9	10,791.6	10,923.7	1.7	8,235.2	8,318.1	1.3	9,064.7	9,155.9	1.3	3,398.4	3,440.6	1.7
125	12.5	6,398.8	6,454.4	1.0	10,922.9	11,059.4	1.8	8,289.7	8,375.0	1.4	9,120.6	9,214.3	1.4	3,468.6	3,512.4	1.9
130	13.0	6,398.8	6,455.5	1.1	11,052.5	11,193.5	2.0	8,343.8	8,431.3	1.5	9,176.2	9,272.4	1.5	3,536.8	3,582.0	2.0
135	13.5	6,398.8	6,456.6	1.2	11,180.4	11,325.8	2.1	8,397.2	8,487.1	1.6	9,231.3	9,330.0	1.6	3,602.9	3,649.6	2.1
140	14.0	6,398.8	6,457.7	1.3	11,306.4	11,456.4	2.2	8,450.0	8,542.2	1.7	9,285.8	9,387.1	1.7	3,667.0	3,715.3	2.2
145	14.5	6,398.8	6,458.8	1.4	11,430.7	11,585.1	2.4	8,502.1	8,596.6	1.8	9,339.8	9,443.6	1.8	3,729.3	3,779.1	2.3
150	15.0	6,398.8	6,459.9	1.4	11,553.1	11,712.1	2.5	8,553.5	8,650.4	1.9	9,393.1	9,499.5	1.9	3,789.7	3,841.0	2.4
155	15.5	6,398.8	6,461.1	1.5	11,673.7	11,837.3	2.6	8,604.1	8,703.3	2.0	9,445.7	9,554.7	2.0	3,848.4	3,901.2	2.6
160	16.0	6,398.8	6,462.2	1.6	11,792.5	11,960.7	2.8	8,653.9	8,755.5	2.1	9,497.7	9,609.2	2.2	3,905.4	3,959.8	2.7
165	16.5	6,398.8	6,463.4	1.8	11,909.4	12,082.2	2.9	8,702.9	8,806.9	2.3	9,548.9	9,663.1	2.3	3,960.8	4,016.7	2.8
170	17.0	6,398.8	6,464.5	1.9	12,024.5	12,201.9	3.1	8,751.1	8,857.5	2.4	9,599.3	9,716.1	2.4	4,014.7	4,072.1	3.0
175	17.5	6,398.8	6,465.7	2.0	12,137.8	12,319.9	3.2	8,798.4	8,907.3	2.5	9,649.0	9,768.4	2.5	4,067.0	4,125.9	3.1
180	18.0	6,398.8	6,466.9	2.1	12,249.3	12,436.0	3.4	8,844.9	8,956.2	2.7	9,697.8	9,820.0	2.7	4,117.9	4,178.3	3.2
185	18.5	6,398.8	6,468.1	2.2	12,359.0	12,550.4	3.5	8,890.6	9,004.3	2.8	9,745.9	9,870.7	2.8	4,167.3	4,229.3	3.4
190	19.0	6,398.8	6,469.3	2.3	12,466.9	12,663.1	3.7	8,935.4	9,051.6	2.9	9,793.1	9,920.7	2.9	4,215.5	4,278.9	3.5
195	19.5	6,398.8	6,470.5	2.4	12,573.1	12,774.0	3.9	8,979.3	9,098.0	3.1	9,839.5	9,969.8	3.1	4,262.2	4,327.3	3.7
200	20.0	6,398.8	6,471.8	2.6	12,677.5	12,883.2	4.0	9,022.4	9,143.6	3.2	9,885.2	10,018.1	3.2	4,307.8	4,374.3	3.8
205	20.5	6,398.8	6,473.0	2.7	12,780.3	12,990.7	4.2	9,064.7	9,188.3	3.4	9,929.9	10,065.7	3.4	4,352.1	4,420.1	4.0
210	21.0	6,398.8	6,474.2	2.8	12,881.3	13,096.6	4.4	9,106.1	9,232.3	3.5	9,973.9	10,112.4	3.5	4,395.2	4,464.8	4.1
215	21.5	6,398.8	6,475.5	3.0	12,980.7	13,200.8	4.6	9,146.7	9,275.4	3.7	10,017.1	10,158.3	3.7	4,437.1	4,508.2	4.3
220	22.0	6,398.8	6,476.8	3.1	13,078.5	13,303.4	4.7	9,186.5	9,317.7	3.8	10,059.4	10,203.4	3.8	4,477.9	4,550.6	4.4
225	22.5	6,398.8	6,478.1	3.3	13,174.6	13,404.3	4.9	9,225.4	9,359.2	4.0	10,100.9	10,247.8	4.0	4,517.7	4,591.9	4.6
230	23.0	6,398.8	6,479.3	3.4	13,269.2	13,503.8	5.1	9,263.6	9,399.9	4.1	10,141.7	10,291.3	4.2	4,556.4	4,632.1	4.8
235	23.5	6,398.8	6,480.6	3.5	13,362.1	13,601.6	5.3	9,300.9	9,439.8	4.3	10,181.6	10,334.1	4.3	4,594.0	4,671.4	4.9
240	24.0	6,398.8	6,482.0	3.7	13,453.6	13,698.0	5.5	9,337.5	9,479.0	4.5	10,220.8	10,376.1	4.5	4,630.7	4,709.6	5.1
245	24.5	6,398.8	6,483.3	3.9	13,543.5	13,792.9	5.7	9,373.3	9,517.4	4.6	10,259.2	10,417.4	4.7	4,666.5	4,746.9	5.3
250	25.0	6,398.8	6,484.6	4.0	13,631.9	13,886.2	5.9	9,408.4	9,555.1	4.8	10,296.8	10,457.9	4.8	4,701.3	4,783.3	5.5
255	25.5	6,398.8	6,486.0	4.2	13,718.9	13,978.2	6.1	9,442.7	9,592.0	5.0	10,333.7	10,497.7	5.0	4,735.2	4,818.8	5.6
260	26.0	6,398.8	6,487.3	4.3	13,804.4	14,068.7	6.3	9,476.3	9,628.2	5.2	10,369.9	10,536.7	5.2	4,768.3	4,853.4	5.8
265	26.5	6,398.8	6,488.7	4.5	13,888.5	14,157.8	6.5	9,509.1	9,663.8	5.4	10,405.3	10,575.0	5.4	4,800.5	4,887.2	6.0
270	27.0	6,398.8	6,490.1	4.7	13,971.1	14,245.5	6.7	9,541.3	9,698.6	5.5	10,440.0	10,612.7	5.6	4,831.8	4,920.2	6.2

**ANEXO N° B.3**  
**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES - AAAC 120 mm²**

<b>Conductor:</b>	AAAC	<b>Hipótesis I :</b>	Templado 5°C, S/V, EDS 18% (Trotura)	<b>Desnivel:</b>	10%
<b>Sección:</b>	120 mm²	<b>Hipótesis II :</b>	Temperatura Mínima -5°C, S/V, 10mm Hielo, 60 % Trotura		
<b>Peso Unitario:</b>	0.333 daN/m	<b>Hipótesis III :</b>	Máximo Carga de Viento 0°C, C/V 90 km/h, 60% Trotura		
<b>Tiro de Rotura:</b>	3625 KN	<b>Hipótesis IV :</b>	Combinacion Hielo y Viento -5°C, 45 km/h, Hielo 5mm, 60 % Trotura		
		<b>Hipótesis V :</b>	Temperatura Maxima 40°C, S/V, 60 % Trotura		

Vano (m)	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV			Hipótesis V		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
275	27.5	6,398.8	6,491.4	4.9	14,052.5	14,331.9	6.9	9,572.8	9,732.8	5.7	10,474.0	10,649.6	5.8	4,862.4	4,952.3	6.4
280	28.0	6,398.8	6,492.8	5.0	14,132.4	14,417.0	7.1	9,603.6	9,766.3	5.9	10,507.3	10,685.9	5.9	4,892.2	4,983.8	6.6
285	28.5	6,398.8	6,494.2	5.2	14,211.1	14,500.7	7.3	9,633.7	9,799.1	6.1	10,540.0	10,721.5	6.1	4,921.3	5,014.4	6.8
290	29.0	6,398.8	6,495.7	5.4	14,288.4	14,583.2	7.5	9,663.2	9,831.3	6.3	10,571.9	10,756.5	6.3	4,949.6	5,044.4	7.0
295	29.5	6,398.8	6,497.1	5.6	14,364.5	14,664.4	7.7	9,692.1	9,862.9	6.5	10,603.2	10,790.8	6.5	4,977.3	5,073.6	7.2
300	30.0	6,398.8	6,498.5	5.8	14,439.3	14,744.4	8.0	9,720.3	9,893.9	6.7	10,633.9	10,824.5	6.7	5,004.2	5,102.2	7.4
305	30.5	6,398.8	6,500.0	6.0	14,512.8	14,823.1	8.2	9,747.9	9,924.3	6.9	10,663.9	10,857.6	7.0	5,030.5	5,130.1	7.6
310	31.0	6,398.8	6,501.4	6.2	14,585.2	14,900.7	8.4	9,775.0	9,954.1	7.1	10,693.4	10,890.0	7.2	5,056.1	5,157.3	7.8
315	31.5	6,398.8	6,502.9	6.4	14,656.3	14,977.1	8.7	9,801.4	9,983.3	7.3	10,722.2	10,921.9	7.4	5,081.1	5,184.0	8.0
320	32.0	6,398.8	6,504.4	6.6	14,726.3	15,052.4	8.9	9,827.3	10,012.0	7.6	10,750.4	10,953.2	7.6	5,105.5	5,210.0	8.2
325	32.5	6,398.8	6,505.9	6.8	14,795.2	15,126.5	9.1	9,852.6	10,040.2	7.8	10,778.0	10,984.0	7.8	5,129.3	5,235.5	8.5
330	33.0	6,398.8	6,507.4	7.0	14,862.9	15,199.5	9.4	9,877.4	10,067.8	8.0	10,805.1	11,014.2	8.0	5,152.6	5,260.4	8.7
335	33.5	6,398.8	6,508.9	7.2	14,929.5	15,271.4	9.6	9,901.7	10,094.9	8.2	10,831.6	11,043.8	8.3	5,175.2	5,284.7	8.9
340	34.0	6,398.8	6,510.4	7.4	14,995.0	15,342.3	9.9	9,925.4	10,121.5	8.5	10,857.6	11,073.0	8.5	5,197.3	5,308.5	9.1
345	34.5	6,398.8	6,511.9	7.6	15,059.4	15,412.1	10.1	9,948.6	10,147.6	8.7	10,883.0	11,101.6	8.7	5,218.9	5,331.8	9.4
350	35.0	6,398.8	6,513.5	7.9	15,122.8	15,480.9	10.4	9,971.3	10,173.2	8.9	10,908.0	11,129.7	8.9	5,240.0	5,354.5	9.6
355	35.5	6,398.8	6,515.0	8.1	15,185.1	15,548.7	10.6	9,993.5	10,198.3	9.1	10,932.4	11,157.3	9.2	5,260.6	5,376.8	9.8
360	36.0	6,398.8	6,516.6	8.3	15,246.4	15,615.4	10.9	10,015.3	10,223.0	9.4	10,956.3	11,184.4	9.4	5,280.7	5,398.6	10.1
365	36.5	6,398.8	6,518.2	8.6	15,306.8	15,681.2	11.1	10,036.6	10,247.2	9.6	10,979.7	11,211.0	9.7	5,300.3	5,420.0	10.3
370	37.0	6,398.8	6,519.7	8.8	15,366.1	15,746.1	11.4	10,057.4	10,271.0	9.9	11,002.6	11,237.2	9.9	5,319.5	5,440.8	10.6
375	37.5	6,398.8	6,521.3	9.0	15,424.5	15,810.0	11.7	10,077.8	10,294.4	10.1	11,025.1	11,263.0	10.2	5,338.2	5,461.3	10.8
380	38.0	6,398.8	6,522.9	9.3	15,482.0	15,873.0	11.9	10,097.8	10,317.4	10.4	11,047.1	11,288.3	10.4	5,356.5	5,481.3	11.1
385	38.5	6,398.8	6,524.6	9.5	15,538.5	15,935.1	12.2	10,117.4	10,339.9	10.6	11,068.7	11,313.1	10.7	5,374.4	5,500.9	11.3
390	39.0	6,398.8	6,526.2	9.8	15,594.1	15,996.3	12.5	10,136.5	10,362.1	10.9	11,089.8	11,337.6	10.9	5,391.9	5,520.1	11.6
395	39.5	6,398.8	6,527.8	10.0	15,648.8	16,056.6	12.7	10,155.2	10,383.9	11.1	11,110.5	11,361.6	11.2	5,408.9	5,538.9	11.9
400	40.0	6,398.8	6,529.5	10.3	15,702.6	16,116.1	13.0	10,173.6	10,405.2	11.4	11,130.8	11,385.2	11.5	5,425.6	5,557.4	12.1
405	40.5	6,398.8	6,531.1	10.5	15,755.6	16,174.8	13.3	10,191.5	10,426.3	11.7	11,150.6	11,408.5	11.7	5,441.9	5,575.4	12.4
410	41.0	6,398.8	6,532.8	10.8	15,807.7	16,232.6	13.6	10,209.1	10,446.9	11.9	11,170.1	11,431.3	12.0	5,457.8	5,593.2	12.7
415	41.5	6,398.8	6,534.5	11.1	15,859.0	16,289.6	13.9	10,226.4	10,467.3	12.2	11,189.2	11,453.8	12.3	5,473.4	5,610.5	12.9
420	42.0	6,398.8	6,536.2	11.3	15,909.5	16,345.8	14.2	10,243.2	10,487.2	12.5	11,207.9	11,476.0	12.5	5,488.6	5,627.5	13.2
425	42.5	6,398.8	6,537.9	11.6	15,959.2	16,401.3	14.5	10,259.7	10,506.9	12.8	11,226.2	11,497.7	12.8	5,503.5	5,644.2	13.5
430	43.0	6,398.8	6,539.6	11.9	16,008.1	16,456.0	14.8	10,275.9	10,526.2	13.1	11,244.2	11,519.1	13.1	5,518.1	5,660.6	13.8
435	43.5	6,398.8	6,541.3	12.1	16,056.2	16,509.9	15.1	10,291.8	10,545.2	13.3	11,261.8	11,540.2	13.4	5,532.3	5,676.6	14.1
440	44.0	6,398.8	6,543.0	12.4	16,103.5	16,563.1	15.4	10,307.3	10,563.9	13.6	11,279.0	11,561.0	13.7	5,546.2	5,692.4	14.3
445	44.5	6,398.8	6,544.8	12.7	16,150.1	16,615.6	15.7	10,322.5	10,582.3	13.9	11,295.9	11,581.4	14.0	5,559.9	5,707.9	14.6

**ANEXO N° B.3**  
**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES - AAAC 120 mm<sup>2</sup>**

<b>Conductor:</b>	AAAC	<b>Hipótesis I :</b>	Templado 5°C, S/V, EDS 18% (Trotura)	<b>Desnivel:</b>	10%
<b>Sección:</b>	120 mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II :</b>	Temperatura Mínima -5°C, S/V, 10mm Hielo, 60 % Trotura		
<b>Peso Unitario:</b>	0.333 daN/m	<b>Hipótesis III :</b>	Máximo Carga de Viento 0°C, C/V 90 km/h, 60% Trotura		
<b>Tiro de Rotura:</b>	3625 kN	<b>Hipótesis IV :</b>	Combinacion Hielo y Viento -5°C, 45 km/h, Hielo 5mm, 60 % Trotura		
		<b>Hipótesis V :</b>	Temperatura Maxima 40°C, S/V, 60 % Trotura		

Vano (m)	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV			Hipótesis V		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
450	45.0	6,398.8	6,546.5	13.0	16,196.0	16,667.4	16.0	10,337.4	10,600.4	14.2	11,312.5	11,601.5	14.3	5,573.2	5,723.0	14.9
455	45.5	6,398.8	6,548.3	13.3	16,241.2	16,718.4	16.3	10,352.0	10,618.2	14.5	11,328.8	11,621.3	14.6	5,586.2	5,737.9	15.2
460	46.0	6,398.8	6,550.1	13.6	16,285.6	16,768.8	16.6	10,366.3	10,635.7	14.8	11,344.7	11,640.8	14.9	5,599.0	5,752.5	15.5
465	46.5	6,398.8	6,551.8	13.9	16,329.4	16,818.6	16.9	10,380.3	10,653.0	15.1	11,360.3	11,660.0	15.2	5,611.5	5,766.9	15.8
470	47.0	6,398.8	6,553.6	14.2	16,372.4	16,867.6	17.3	10,394.0	10,670.0	15.4	11,375.7	11,678.9	15.5	5,623.7	5,781.0	16.1
475	47.5	6,398.8	6,555.4	14.5	16,414.8	16,916.1	17.6	10,407.5	10,686.8	15.7	11,390.7	11,697.6	15.8	5,635.6	5,794.8	16.5
480	48.0	6,398.8	6,557.2	14.8	16,456.6	16,963.9	17.9	10,420.6	10,703.3	16.0	11,405.4	11,716.0	16.1	5,647.4	5,808.4	16.8
485	48.5	6,398.8	6,559.1	15.1	16,497.7	17,011.1	18.2	10,433.6	10,719.5	16.4	11,419.9	11,734.1	16.4	5,658.8	5,821.8	17.1
490	49.0	6,398.8	6,560.9	15.4	16,538.1	17,057.6	18.6	10,446.2	10,735.5	16.7	11,434.1	11,751.9	16.7	5,670.0	5,834.9	17.4
495	49.5	6,398.8	6,562.8	15.7	16,578.0	17,103.6	18.9	10,458.7	10,751.3	17.0	11,448.0	11,769.5	17.1	5,681.0	5,847.8	17.7
500	50.0	6,398.8	6,564.6	16.1	16,617.2	17,149.0	19.2	10,470.8	10,766.9	17.3	11,461.6	11,786.9	17.4	5,691.8	5,860.5	18.1
505	50.5	6,398.8	6,566.5	16.4	16,655.8	17,193.8	19.6	10,482.8	10,782.2	17.7	11,475.0	11,804.0	17.7	5,702.3	5,873.0	18.4
510	51.0	6,398.8	6,568.4	16.7	16,693.8	17,238.1	19.9	10,494.5	10,797.3	18.0	11,488.1	11,820.8	18.0	5,712.6	5,885.3	18.7
515	51.5	6,398.8	6,570.2	17.0	16,731.3	17,281.8	20.3	10,506.0	10,812.2	18.3	11,501.0	11,837.5	18.4	5,722.7	5,897.3	19.0
520	52.0	6,398.8	6,572.1	17.4	16,768.2	17,324.9	20.6	10,517.2	10,826.9	18.7	11,513.6	11,853.9	18.7	5,732.7	5,909.2	19.4
525	52.5	6,398.8	6,574.1	17.7	16,804.5	17,367.5	21.0	10,528.3	10,841.4	19.0	11,526.0	11,870.1	19.1	5,742.4	5,920.9	19.7
530	53.0	6,398.8	6,576.0	18.0	16,840.2	17,409.6	21.3	10,539.1	10,855.7	19.3	11,538.2	11,886.1	19.4	5,751.9	5,932.4	20.1
535	53.5	6,398.8	6,577.9	18.4	16,875.5	17,451.2	21.7	10,549.7	10,869.8	19.7	11,550.1	11,901.9	19.8	5,761.2	5,943.7	20.4
540	54.0	6,398.8	6,579.8	18.7	16,910.2	17,492.3	22.1	10,560.2	10,883.8	20.0	11,561.8	11,917.5	20.1	5,770.3	5,954.8	20.8
545	54.5	6,398.8	6,581.8	19.1	16,944.3	17,532.9	22.4	10,570.4	10,897.5	20.4	11,573.3	11,932.8	20.5	5,779.3	5,965.8	21.1
550	55.0	6,398.8	6,583.8	19.4	16,978.0	17,573.0	22.8	10,580.4	10,911.1	20.8	11,584.6	11,948.0	20.8	5,788.0	5,976.6	21.5
555	55.5	6,398.8	6,585.7	19.8	17,011.1	17,612.6	23.2	10,590.3	10,924.5	21.1	11,595.7	11,963.0	21.2	5,796.6	5,987.2	21.8
560	56.0	6,398.8	6,587.7	20.1	17,043.8	17,651.8	23.5	10,599.9	10,937.7	21.5	11,606.6	11,977.8	21.5	5,805.1	5,997.7	22.2
565	56.5	6,398.8	6,589.7	20.5	17,076.0	17,690.5	23.9	10,609.4	10,950.8	21.8	11,617.3	11,992.5	21.9	5,813.3	6,008.0	22.6
570	57.0	6,398.8	6,591.7	20.9	17,107.7	17,728.7	24.3	10,618.7	10,963.7	22.2	11,627.8	12,006.9	22.3	5,821.4	6,018.2	22.9
575	57.5	6,398.8	6,593.7	21.2	17,138.9	17,766.5	24.7	10,627.8	10,976.5	22.6	11,638.1	12,021.2	22.7	5,829.4	6,028.2	23.3
580	58.0	6,398.8	6,595.8	21.6	17,169.7	17,803.9	25.1	10,636.8	10,989.1	23.0	11,648.2	12,035.3	23.0	5,837.2	6,038.1	23.7
585	58.5	6,398.8	6,597.8	22.0	17,200.0	17,840.9	25.5	10,645.6	11,001.5	23.3	11,658.1	12,049.3	23.4	5,844.8	6,047.8	24.1
590	59.0	6,398.8	6,599.8	22.4	17,229.8	17,877.4	25.9	10,654.2	11,013.9	23.7	11,667.9	12,063.1	23.8	5,852.3	6,057.4	24.5
595	59.5	6,398.8	6,601.9	22.7	17,259.3	17,913.5	26.3	10,662.7	11,026.0	24.1	11,677.5	12,076.8	24.2	5,859.7	6,066.9	24.8
600	60.0	6,398.8	6,604.0	23.1	17,288.3	17,949.3	26.7	10,671.0	11,038.1	24.5	11,686.9	12,090.3	24.6	5,866.9	6,076.2	25.2
605	60.5	6,398.8	6,606.0	23.5	17,316.8	17,984.6	27.1	10,679.2	11,050.0	24.9	11,696.1	12,103.6	25.0	5,874.0	6,085.5	25.6
610	61.0	6,398.8	6,608.1	23.9	17,345.0	18,019.5	27.5	10,687.2	11,061.8	25.3	11,705.2	12,116.8	25.4	5,881.0	6,094.5	26.0
615	61.5	6,398.8	6,610.2	24.3	17,372.7	18,054.1	27.9	10,695.1	11,073.4	25.7	11,714.1	12,129.9	25.8	5,887.8	6,103.5	26.4
620	62.0	6,398.8	6,612.3	24.7	17,400.1	18,088.3	28.3	10,702.9	11,085.0	26.1	11,722.9	12,142.8	26.2	5,894.5	6,112.4	26.8

**ANEXO N° B.3**  
**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES - AAAC 120 mm<sup>2</sup>**

<b>Conductor:</b>	AAAC	<b>Hipótesis I :</b>	Templado 5°C, <i>SV</i> , EDS 18% (Trotura)	<b>Desnivel:</b>	10%
<b>Sección:</b>	120 mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II :</b>	Temperatura Mínima -5°C, <i>SV</i> , 10mm Hielo, 60 % Trotura		
<b>Peso Unitario:</b>	0.333 daN/m	<b>Hipótesis III :</b>	Máximo Carga de Viento 0°C, <i>CV</i> 90 km/h, 60% Trotura		
<b>Tiro de Rotura:</b>	3625 KN	<b>Hipótesis IV :</b>	Combinacion Hielo y Viento -5°C, 45 km/h, Hielo 5mm, 60 % Trotura		
		<b>Hipótesis V :</b>	Temperatura Maxima 40°C, <i>SV</i> , 60 % Trotura		

Vano (m)	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV			Hipótesis V		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
625	62.5	6,398.8	6,614.5	25.1	17,427.0	18,122.1	28.7	10,710.5	11,096.4	26.5	11,731.5	12,155.6	26.6	5,901.1	6,121.1	27.2
630	63.0	6,398.8	6,616.6	25.5	17,453.6	18,155.6	29.1	10,718.0	11,107.7	26.9	11,740.0	12,168.3	27.0	5,907.5	6,129.7	27.6
635	63.5	6,398.8	6,618.7	25.9	17,479.8	18,188.7	29.5	10,725.3	11,118.9	27.3	11,748.3	12,180.8	27.4	5,913.8	6,138.3	28.0
640	64.0	6,398.8	6,620.9	26.3	17,505.6	18,221.5	30.0	10,732.5	11,129.9	27.7	11,756.5	12,193.3	27.8	5,920.1	6,146.7	28.5
645	64.5	6,398.8	6,623.0	26.7	17,531.0	18,253.9	30.4	10,739.6	11,140.9	28.1	11,764.5	12,205.6	28.2	5,926.2	6,155.0	28.9
650	65.0	6,398.8	6,625.2	27.1	17,556.1	18,286.0	30.8	10,746.6	11,151.8	28.6	11,772.4	12,217.7	28.6	5,932.2	6,163.2	29.3
655	65.5	6,398.8	6,627.4	27.6	17,580.8	18,317.8	31.2	10,753.4	11,162.5	29.0	11,780.2	12,229.8	29.1	5,938.1	6,171.3	29.7
660	66.0	6,398.8	6,629.6	28.0	17,605.2	18,349.2	31.7	10,760.1	11,173.2	29.4	11,787.8	12,241.8	29.5	5,943.8	6,179.3	30.1
665	66.5	6,398.8	6,631.8	28.4	17,629.2	18,380.4	32.1	10,766.7	11,183.7	29.8	11,795.3	12,253.6	29.9	5,949.5	6,187.3	30.6
670	67.0	6,398.8	6,634.0	28.8	17,652.9	18,411.2	32.6	10,773.2	11,194.2	30.3	11,802.7	12,265.3	30.3	5,955.1	6,195.1	31.0
675	67.5	6,398.8	6,636.2	29.3	17,676.3	18,441.7	33.0	10,779.6	11,204.5	30.7	11,810.0	12,277.0	30.8	5,960.6	6,202.9	31.4
680	68.0	6,398.8	6,638.5	29.7	17,699.3	18,471.9	33.5	10,785.9	11,214.8	31.1	11,817.1	12,288.5	31.2	5,966.0	6,210.5	31.9
685	68.5	6,398.8	6,640.7	30.2	17,722.0	18,501.9	33.9	10,792.1	11,225.0	31.6	11,824.1	12,299.9	31.7	5,971.3	6,218.1	32.3
690	69.0	6,398.8	6,643.0	30.6	17,744.4	18,531.5	34.4	10,798.1	11,235.1	32.0	11,831.0	12,311.3	32.1	5,976.5	6,225.6	32.8
695	69.5	6,398.8	6,645.3	31.0	17,766.5	18,560.9	34.8	10,804.1	11,245.1	32.5	11,837.8	12,322.5	32.6	5,981.6	6,233.0	33.2
700	70.0	6,398.8	6,647.5	31.5	17,788.3	18,590.0	35.3	10,810.0	11,255.1	32.9	11,844.5	12,333.7	33.0	5,986.6	6,240.4	33.7

## ANEXO N° B.4

### CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES - CABLE DE GUARDA EHS-23

**Conductor:** EHS-23  
**Sección:** 22,7 mm<sup>2</sup>  
**Peso Unitario:** 0.180 daN/m  
**Tiro de Rotura:** 3020 KN

**Hipótesis I :** Templado 5°C, *SV*, EDS 16% (Trotura)  
**Hipótesis II :** Temperatura Mínima -5°C, *SV*, 10mm Hielo, 60 % Trotura  
**Hipótesis III :** Máximo Carga de Viento 0°C, *CV* 90 km/h, 60% Trotura  
**Hipótesis IV :** Combinacion Hielo y Viento -5°C, 45 km/h, Hielo 5mm, 60 % Trotura  
**Hipótesis V :** Temperatura Maxima 40°C, *SV*, 60 % Trotura

**Desnivel:** 10%

Vano (m)	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV			Hipótesis IV		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
100	10.0	5,330.9	5,367.0	0.4	7,064.8	7,139.4	1.1	5,779.9	5,824.2	0.6	6,224.1	6,276.0	0.7	3,811.4	3,840.3	0.6
105	10.5	5,330.9	5,367.6	0.5	7,153.5	7,230.8	1.2	5,798.3	5,843.5	0.7	6,258.5	6,311.8	0.8	3,826.9	3,856.3	0.6
110	11.0	5,330.9	5,368.1	0.5	7,242.4	7,322.4	1.4	5,817.1	5,863.2	0.7	6,293.6	6,348.2	0.9	3,842.5	3,872.6	0.7
115	11.5	5,330.9	5,368.6	0.6	7,331.3	7,414.0	1.5	5,836.2	5,883.4	0.8	6,329.2	6,385.2	1.0	3,858.4	3,889.2	0.8
120	12.0	5,330.9	5,369.1	0.6	7,420.0	7,505.5	1.6	5,855.8	5,903.9	0.9	6,365.3	6,422.6	1.0	3,874.5	3,905.9	0.8
125	12.5	5,330.9	5,369.7	0.7	7,508.6	7,596.9	1.7	5,875.7	5,924.7	0.9	6,401.7	6,460.5	1.1	3,890.7	3,922.7	0.9
130	13.0	5,330.9	5,370.2	0.7	7,596.9	7,687.9	1.8	5,895.8	5,945.9	1.0	6,438.5	6,498.7	1.2	3,907.1	3,939.7	1.0
135	13.5	5,330.9	5,370.7	0.8	7,684.8	7,778.7	1.9	5,916.3	5,967.3	1.1	6,475.6	6,537.2	1.3	3,923.5	3,956.8	1.0
140	14.0	5,330.9	5,371.3	0.8	7,772.3	7,869.0	2.0	5,936.9	5,989.0	1.1	6,512.9	6,575.9	1.4	3,940.0	3,973.9	1.1
145	14.5	5,330.9	5,371.8	0.9	7,859.4	7,958.9	2.2	5,957.8	6,010.8	1.2	6,550.4	6,614.8	1.5	3,956.5	3,991.1	1.2
150	15.0	5,330.9	5,372.4	0.9	7,946.0	8,048.3	2.3	5,978.8	6,032.9	1.3	6,588.0	6,653.8	1.6	3,973.0	4,008.3	1.3
155	15.5	5,330.9	5,372.9	1.0	8,032.0	8,137.2	2.4	5,999.9	6,055.0	1.4	6,625.7	6,693.0	1.7	3,989.5	4,025.5	1.3
160	16.0	5,330.9	5,373.5	1.1	8,117.5	8,225.6	2.5	6,021.2	6,077.3	1.5	6,663.4	6,732.2	1.8	4,006.0	4,042.6	1.4
165	16.5	5,330.9	5,374.0	1.1	8,202.4	8,313.4	2.7	6,042.6	6,099.7	1.6	6,701.1	6,771.4	1.9	4,022.4	4,059.7	1.5
170	17.0	5,330.9	5,374.6	1.2	8,286.7	8,400.6	2.8	6,064.0	6,122.2	1.7	6,738.9	6,810.6	2.0	4,038.8	4,076.8	1.6
175	17.5	5,330.9	5,375.2	1.3	8,370.4	8,487.2	3.0	6,085.4	6,144.7	1.7	6,776.5	6,849.7	2.1	4,055.1	4,093.7	1.7
180	18.0	5,330.9	5,375.7	1.4	8,453.5	8,573.1	3.1	6,106.9	6,167.2	1.8	6,814.1	6,888.8	2.2	4,071.3	4,110.6	1.8
185	18.5	5,330.9	5,376.3	1.4	8,535.9	8,658.4	3.2	6,128.4	6,189.8	1.9	6,851.6	6,927.8	2.3	4,087.5	4,127.4	1.9
190	19.0	5,330.9	5,376.9	1.5	8,617.6	8,743.1	3.4	6,149.9	6,212.3	2.0	6,889.0	6,966.7	2.4	4,103.5	4,144.1	2.0
195	19.5	5,330.9	5,377.5	1.6	8,698.7	8,827.2	3.5	6,171.3	6,234.9	2.1	6,926.3	7,005.5	2.5	4,119.3	4,160.7	2.1
200	20.0	5,330.9	5,378.1	1.7	8,779.1	8,910.6	3.7	6,192.7	6,257.3	2.2	6,963.4	7,044.1	2.6	4,135.1	4,177.1	2.2
205	20.5	5,330.9	5,378.7	1.8	8,858.9	8,993.3	3.8	6,214.1	6,279.8	2.3	7,000.3	7,082.5	2.8	4,150.7	4,193.4	2.3
210	21.0	5,330.9	5,379.3	1.8	8,938.0	9,075.4	4.0	6,235.3	6,302.1	2.5	7,037.0	7,120.7	2.9	4,166.2	4,209.6	2.4
215	21.5	5,330.9	5,379.8	1.9	9,016.4	9,156.8	4.1	6,256.5	6,324.4	2.6	7,073.5	7,158.8	3.0	4,181.5	4,225.6	2.5
220	22.0	5,330.9	5,380.4	2.0	9,094.1	9,237.5	4.3	6,277.6	6,346.6	2.7	7,109.8	7,196.6	3.1	4,196.6	4,241.5	2.6
225	22.5	5,330.9	5,381.1	2.1	9,171.2	9,317.6	4.5	6,298.6	6,368.7	2.8	7,145.8	7,234.2	3.2	4,211.6	4,257.2	2.7
230	23.0	5,330.9	5,381.7	2.2	9,247.6	9,397.0	4.6	6,319.5	6,390.7	2.9	7,181.6	7,271.6	3.4	4,226.5	4,272.7	2.8
235	23.5	5,330.9	5,382.3	2.3	9,323.3	9,475.7	4.8	6,340.3	6,412.6	3.0	7,217.2	7,308.7	3.5	4,241.2	4,288.1	2.9
240	24.0	5,330.9	5,382.9	2.4	9,398.4	9,553.9	4.9	6,360.9	6,434.3	3.1	7,252.5	7,345.6	3.6	4,255.7	4,303.3	3.0
245	24.5	5,330.9	5,383.5	2.5	9,472.8	9,631.3	5.1	6,381.4	6,456.0	3.3	7,287.6	7,382.2	3.8	4,270.0	4,318.4	3.1
250	25.0	5,330.9	5,384.1	2.6	9,546.6	9,708.1	5.3	6,401.8	6,477.5	3.4	7,322.3	7,418.6	3.9	4,284.1	4,333.3	3.2
255	25.5	5,330.9	5,384.8	2.7	9,619.6	9,784.3	5.5	6,422.0	6,498.8	3.5	7,356.8	7,454.7	4.1	4,298.1	4,348.0	3.4
260	26.0	5,330.9	5,385.4	2.8	9,692.1	9,859.8	5.6	6,442.0	6,520.0	3.6	7,391.1	7,490.5	4.2	4,311.9	4,362.5	3.5
265	26.5	5,330.9	5,386.0	2.9	9,763.9	9,934.7	5.8	6,461.9	6,541.0	3.8	7,425.0	7,526.0	4.3	4,325.5	4,376.8	3.6
270	27.0	5,330.9	5,386.7	3.0	9,835.0	10,008.9	6.0	6,481.7	6,561.9	3.9	7,458.7	7,561.3	4.5	4,339.0	4,391.0	3.7

## ANEXO N° B.4

### CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES - CABLE DE GUARDA EHS-23

<b>Conductor:</b>	EHS-23	<b>Hipótesis I :</b>	Templado 5°C, S/V, EDS 16% (Trotura)	<b>Desnivel:</b>	10%
<b>Sección:</b>	22,7 mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II :</b>	Temperatura Mínima -5°C, S/V, 10mm Hielo, 60 % Trotura		
<b>Peso Unitario:</b>	0.180 daN/m	<b>Hipótesis III :</b>	Máximo Carga de Viento 0°C, C/V 90 km/h, 60% Trotura		
<b>Tiro de Rotura:</b>	3020 KN	<b>Hipótesis IV :</b>	Combinacion Hielo y Viento -5°C, 45 km/h, Hielo 5mm, 60 % Trotura		
		<b>Hipótesis V :</b>	Temperatura Maxima 40°C, S/V, 60 % Trotura		

Vano (m)	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV			Hipótesis IV		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
275	27.5	5,330.9	5,387.3	3.2	9,905.6	10,082.5	6.2	6,501.2	6,582.6	4.0	7,492.0	7,596.3	4.6	4,352.3	4,405.0	3.9
280	28.0	5,330.9	5,387.9	3.3	9,975.4	10,155.5	6.3	6,520.6	6,603.2	4.2	7,525.1	7,631.0	4.8	4,365.3	4,418.8	4.0
285	28.5	5,330.9	5,388.6	3.4	10,044.7	10,227.9	6.5	6,539.8	6,623.6	4.3	7,557.9	7,665.4	4.9	4,378.2	4,432.5	4.1
290	29.0	5,330.9	5,389.2	3.5	10,113.4	10,299.7	6.7	6,558.9	6,643.8	4.4	7,590.3	7,699.5	5.1	4,391.0	4,445.9	4.3
295	29.5	5,330.9	5,389.9	3.6	10,181.4	10,370.9	6.9	6,577.8	6,663.8	4.6	7,622.5	7,733.3	5.2	4,403.5	4,459.2	4.4
300	30.0	5,330.9	5,390.6	3.7	10,248.8	10,441.4	7.1	6,596.5	6,683.7	4.7	7,654.4	7,766.8	5.4	4,415.9	4,472.4	4.5
305	30.5	5,330.9	5,391.2	3.9	10,315.6	10,511.4	7.3	6,615.0	6,703.4	4.9	7,686.0	7,800.0	5.5	4,428.1	4,485.3	4.7
310	31.0	5,330.9	5,391.9	4.0	10,381.8	10,580.8	7.5	6,633.3	6,722.9	5.0	7,717.2	7,832.9	5.7	4,440.1	4,498.1	4.8
315	31.5	5,330.9	5,392.6	4.1	10,447.5	10,649.6	7.7	6,651.4	6,742.2	5.2	7,748.2	7,865.6	5.9	4,452.0	4,510.7	4.9
320	32.0	5,330.9	5,393.2	4.3	10,512.5	10,717.8	7.9	6,669.4	6,761.4	5.3	7,778.9	7,897.9	6.0	4,463.6	4,523.1	5.1
325	32.5	5,330.9	5,393.9	4.4	10,577.0	10,785.5	8.1	6,687.2	6,780.4	5.5	7,809.3	7,929.9	6.2	4,475.1	4,535.3	5.2
330	33.0	5,330.9	5,394.6	4.5	10,640.8	10,852.5	8.3	6,704.7	6,799.1	5.6	7,839.3	7,961.7	6.4	4,486.5	4,547.4	5.4
335	33.5	5,330.9	5,395.3	4.7	10,704.2	10,919.1	8.5	6,722.1	6,817.8	5.8	7,869.1	7,993.1	6.5	4,497.6	4,559.4	5.5
340	34.0	5,330.9	5,396.0	4.8	10,766.9	10,985.0	8.7	6,739.3	6,836.2	5.9	7,898.6	8,024.3	6.7	4,508.6	4,571.1	5.7
345	34.5	5,330.9	5,396.7	5.0	10,829.1	11,050.4	8.9	6,756.4	6,854.4	6.1	7,927.8	8,055.1	6.9	4,519.5	4,582.7	5.8
350	35.0	5,330.9	5,397.3	5.1	10,890.7	11,115.3	9.1	6,773.2	6,872.5	6.3	7,956.7	8,085.7	7.1	4,530.1	4,594.2	6.0
355	35.5	5,330.9	5,398.0	5.2	10,951.8	11,179.7	9.3	6,789.8	6,890.3	6.4	7,985.2	8,116.0	7.2	4,540.6	4,605.4	6.2
360	36.0	5,330.9	5,398.7	5.4	11,012.4	11,243.5	9.5	6,806.3	6,908.0	6.6	8,013.5	8,146.0	7.4	4,551.0	4,616.6	6.3
365	36.5	5,330.9	5,399.5	5.5	11,072.4	11,306.7	9.7	6,822.6	6,925.5	6.8	8,041.5	8,175.7	7.6	4,561.2	4,627.5	6.5
370	37.0	5,330.9	5,400.2	5.7	11,131.9	11,369.5	9.9	6,838.7	6,942.9	6.9	8,069.3	8,205.1	7.8	4,571.2	4,638.4	6.6
375	37.5	5,330.9	5,400.9	5.9	11,190.8	11,431.7	10.1	6,854.6	6,960.0	7.1	8,096.7	8,234.3	8.0	4,581.1	4,649.0	6.8
380	38.0	5,330.9	5,401.6	6.0	11,249.2	11,493.4	10.4	6,870.3	6,977.0	7.3	8,123.8	8,263.1	8.1	4,590.8	4,659.5	7.0
385	38.5	5,330.9	5,402.3	6.2	11,307.2	11,554.7	10.6	6,885.9	6,993.8	7.5	8,150.7	8,291.7	8.3	4,600.4	4,669.9	7.2
390	39.0	5,330.9	5,403.0	6.3	11,364.6	11,615.4	10.8	6,901.2	7,010.4	7.6	8,177.3	8,320.0	8.5	4,609.8	4,680.1	7.3
395	39.5	5,330.9	5,403.8	6.5	11,421.5	11,675.6	11.0	6,916.4	7,026.8	7.8	8,203.5	8,348.1	8.7	4,619.1	4,690.2	7.5
400	40.0	5,330.9	5,404.5	6.7	11,477.9	11,735.3	11.3	6,931.4	7,043.1	8.0	8,229.6	8,375.8	8.9	4,628.3	4,700.1	7.7
405	40.5	5,330.9	5,405.2	6.8	11,533.8	11,794.6	11.5	6,946.2	7,059.2	8.2	8,255.3	8,403.3	9.1	4,637.3	4,709.9	7.9
410	41.0	5,330.9	5,406.0	7.0	11,589.2	11,853.3	11.7	6,960.9	7,075.1	8.4	8,280.8	8,430.5	9.3	4,646.1	4,719.6	8.0
415	41.5	5,330.9	5,406.7	7.2	11,644.1	11,911.6	11.9	6,975.3	7,090.9	8.6	8,306.0	8,457.5	9.5	4,654.8	4,729.1	8.2
420	42.0	5,330.9	5,407.5	7.3	11,698.6	11,969.4	12.2	6,989.7	7,106.5	8.8	8,330.9	8,484.2	9.7	4,663.4	4,738.5	8.4
425	42.5	5,330.9	5,408.2	7.5	11,752.6	12,026.8	12.4	7,003.8	7,121.9	8.9	8,355.5	8,510.6	9.9	4,671.9	4,747.8	8.6
430	43.0	5,330.9	5,409.0	7.7	11,806.1	12,083.7	12.6	7,017.7	7,137.1	9.1	8,379.9	8,536.8	10.1	4,680.2	4,756.9	8.8
435	43.5	5,330.9	5,409.7	7.9	11,859.1	12,140.1	12.9	7,031.5	7,152.2	9.3	8,404.1	8,562.7	10.3	4,688.4	4,765.9	9.0
440	44.0	5,330.9	5,410.5	8.1	11,911.7	12,196.1	13.1	7,045.1	7,167.1	9.5	8,427.9	8,588.4	10.5	4,696.5	4,774.8	9.2
445	44.5	5,330.9	5,411.3	8.2	11,963.8	12,251.6	13.4	7,058.6	7,181.9	9.7	8,451.6	8,613.8	10.7	4,704.4	4,783.6	9.3

**ANEXO N° B.4**  
**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES - CABLE DE GUARDA EHS-23**

<b>Conductor:</b>	EHS-23	<b>Hipótesis I :</b>	Templado 5°C, S/V, EDS 16% (Trotura)	<b>Desnivel:</b>	10%
<b>Sección:</b>	22,7 mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II :</b>	Temperatura Mínima -5°C, S/V, 10mm Hielo, 60 % Trotura		
<b>Peso Unitario:</b>	0.180 daN/m	<b>Hipótesis III :</b>	Máximo Carga de Viento 0°C, C/V 90 km/h, 60% Trotura		
<b>Tiro de Rotura:</b>	3020 KN	<b>Hipótesis IV :</b>	Combinacion Hielo y Viento -5°C, 45 km/h, Hielo 5mm, 60 % Trotura		
		<b>Hipótesis V :</b>	Temperatura Maxima 40°C, S/V, 60 % Trotura		

Vano (m)	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV			Hipótesis IV		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
450	45.0	5,330.9	5,412.0	8.4	12,015.5	12,306.7	13.6	7,071.9	7,196.5	9.9	8,474.9	8,638.9	11.0	4,712.2	4,792.2	9.5
455	45.5	5,330.9	5,412.8	8.6	12,066.7	12,361.4	13.8	7,085.0	7,210.9	10.1	8,498.0	8,663.8	11.2	4,719.9	4,800.8	9.7
460	46.0	5,330.9	5,413.6	8.8	12,117.5	12,415.6	14.1	7,098.0	7,225.2	10.3	8,520.9	8,688.5	11.4	4,727.5	4,809.2	9.9
465	46.5	5,330.9	5,414.4	9.0	12,167.9	12,469.4	14.3	7,110.8	7,239.3	10.5	8,543.5	8,712.9	11.6	4,735.0	4,817.5	10.1
470	47.0	5,330.9	5,415.1	9.2	12,217.8	12,522.7	14.6	7,123.4	7,253.3	10.8	8,565.9	8,737.1	11.8	4,742.3	4,825.6	10.3
475	47.5	5,330.9	5,415.9	9.4	12,267.3	12,575.7	14.8	7,135.9	7,267.1	11.0	8,588.0	8,761.1	12.0	4,749.5	4,833.7	10.5
480	48.0	5,330.9	5,416.7	9.6	12,316.3	12,628.2	15.1	7,148.3	7,280.8	11.2	8,609.9	8,784.8	12.3	4,756.7	4,841.7	10.8
485	48.5	5,330.9	5,417.5	9.8	12,364.9	12,680.3	15.4	7,160.5	7,294.3	11.4	8,631.5	8,808.3	12.5	4,763.7	4,849.5	11.0
490	49.0	5,330.9	5,418.3	10.0	12,413.2	12,732.0	15.6	7,172.5	7,307.7	11.6	8,652.9	8,831.5	12.7	4,770.6	4,857.3	11.2
495	49.5	5,330.9	5,419.1	10.2	12,461.0	12,783.4	15.9	7,184.4	7,321.0	11.8	8,674.1	8,854.5	12.9	4,777.4	4,864.9	11.4
500	50.0	5,330.9	5,419.9	10.4	12,508.4	12,834.3	16.1	7,196.1	7,334.1	12.0	8,695.0	8,877.3	13.2	4,784.0	4,872.4	11.6
505	50.5	5,330.9	5,420.7	10.6	12,555.4	12,884.8	16.4	7,207.7	7,347.0	12.3	8,715.7	8,899.9	13.4	4,790.6	4,879.9	11.8
510	51.0	5,330.9	5,421.5	10.8	12,602.0	12,934.9	16.7	7,219.2	7,359.8	12.5	8,736.2	8,922.3	13.6	4,797.1	4,887.2	12.0
515	51.5	5,330.9	5,422.4	11.0	12,648.2	12,984.6	16.9	7,230.5	7,372.5	12.7	8,756.5	8,944.4	13.9	4,803.5	4,894.5	12.3
520	52.0	5,330.9	5,423.2	11.3	12,694.0	13,034.0	17.2	7,241.6	7,385.0	13.0	8,776.6	8,966.3	14.1	4,809.8	4,901.6	12.5
525	52.5	5,330.9	5,424.0	11.5	12,739.4	13,083.0	17.5	7,252.7	7,397.4	13.2	8,796.4	8,988.1	14.4	4,816.0	4,908.7	12.7
530	53.0	5,330.9	5,424.8	11.7	12,784.4	13,131.6	17.7	7,263.6	7,409.7	13.4	8,816.0	9,009.6	14.6	4,822.1	4,915.6	12.9
535	53.5	5,330.9	5,425.7	11.9	12,829.1	13,179.8	18.0	7,274.3	7,421.9	13.6	8,835.4	9,030.9	14.8	4,828.1	4,922.5	13.2
540	54.0	5,330.9	5,426.5	12.1	12,873.3	13,227.6	18.3	7,284.9	7,433.9	13.9	8,854.6	9,052.0	15.1	4,834.0	4,929.3	13.4
545	54.5	5,330.9	5,427.3	12.4	12,917.2	13,275.1	18.6	7,295.4	7,445.7	14.1	8,873.6	9,072.8	15.3	4,839.8	4,936.0	13.6
550	55.0	5,330.9	5,428.2	12.6	12,960.8	13,322.3	18.8	7,305.8	7,457.5	14.4	8,892.4	9,093.5	15.6	4,845.5	4,942.6	13.9
555	55.5	5,330.9	5,429.0	12.8	13,003.9	13,369.1	19.1	7,316.0	7,469.1	14.6	8,910.9	9,114.0	15.8	4,851.1	4,949.1	14.1
560	56.0	5,330.9	5,429.9	13.1	13,046.7	13,415.5	19.4	7,326.1	7,480.6	14.8	8,929.3	9,134.3	16.1	4,856.7	4,955.6	14.3
565	56.5	5,330.9	5,430.7	13.3	13,089.2	13,461.5	19.7	7,336.1	7,492.0	15.1	8,947.5	9,154.4	16.4	4,862.2	4,961.9	14.6
570	57.0	5,330.9	5,431.6	13.5	13,131.3	13,507.3	20.0	7,345.9	7,503.3	15.3	8,965.4	9,174.3	16.6	4,867.6	4,968.2	14.8
575	57.5	5,330.9	5,432.5	13.8	13,173.0	13,552.7	20.3	7,355.7	7,514.5	15.6	8,983.2	9,194.0	16.9	4,872.9	4,974.4	15.1
580	58.0	5,330.9	5,433.3	14.0	13,214.4	13,597.7	20.6	7,365.3	7,525.5	15.8	9,000.8	9,213.6	17.1	4,878.1	4,980.6	15.3
585	58.5	5,330.9	5,434.2	14.3	13,255.4	13,642.4	20.8	7,374.7	7,536.4	16.1	9,018.2	9,232.9	17.4	4,883.3	4,986.6	15.6
590	59.0	5,330.9	5,435.1	14.5	13,296.1	13,686.8	21.1	7,384.1	7,547.2	16.4	9,035.4	9,252.1	17.7	4,888.3	4,992.6	15.8
595	59.5	5,330.9	5,435.9	14.7	13,336.5	13,730.8	21.4	7,393.4	7,557.9	16.6	9,052.4	9,271.1	17.9	4,893.3	4,998.5	16.1
600	60.0	5,330.9	5,436.8	15.0	13,376.5	13,774.6	21.7	7,402.5	7,568.5	16.9	9,069.2	9,289.9	18.2	4,898.2	5,004.3	16.3
605	60.5	5,330.9	5,437.7	15.2	13,416.2	13,818.0	22.0	7,411.5	7,579.0	17.1	9,085.9	9,308.5	18.5	4,903.1	5,010.1	16.6
610	61.0	5,330.9	5,438.6	15.5	13,455.5	13,861.0	22.3	7,420.4	7,589.4	17.4	9,102.4	9,327.0	18.7	4,907.9	5,015.8	16.8
615	61.5	5,330.9	5,439.5	15.8	13,494.6	13,903.8	22.6	7,429.2	7,599.6	17.7	9,118.7	9,345.2	19.0	4,912.6	5,021.4	17.1
620	62.0	5,330.9	5,440.4	16.0	13,533.3	13,946.2	22.9	7,437.9	7,609.8	17.9	9,134.8	9,363.4	19.3	4,917.2	5,027.0	17.4

**ANEXO N° B.4**  
**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES - CABLE DE GUARDA EHS-23**

<b>Conductor:</b>	EHS-23	<b>Hipótesis I :</b>	Templado 5°C, S/V, EDS 16% (Trotura)	<b>Desnivel:</b>	10%
<b>Sección:</b>	22,7 mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II :</b>	Temperatura Mínima -5°C, S/V, 10mm Hielo, 60 % Trotura		
<b>Peso Unitario:</b>	0.180 daN/m	<b>Hipótesis III :</b>	Máximo Carga de Viento 0°C, C/V 90 km/h, 60% Trotura		
<b>Tiro de Rotura:</b>	3020 KN	<b>Hipótesis IV :</b>	Combinacion Hielo y Viento -5°C, 45 km/h, Hielo 5mm, 60 % Trotura		
		<b>Hipótesis V :</b>	Temperatura Maxima 40°C, S/V, 60 % Trotura		

Vano (m)	Desnivel (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV			Hipótesis IV		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
625	62.5	5,330.9	5,441.3	16.3	13,571.6	13,988.4	23.2	7,446.5	7,619.8	18.2	9,150.7	9,381.3	19.6	4,921.8	5,032.5	17.6
630	63.0	5,330.9	5,442.2	16.5	13,609.7	14,030.2	23.5	7,455.0	7,629.8	18.5	9,166.5	9,399.1	19.9	4,926.3	5,037.9	17.9
635	63.5	5,330.9	5,443.1	16.8	13,647.5	14,071.7	23.9	7,463.4	7,639.7	18.7	9,182.1	9,416.7	20.1	4,930.7	5,043.3	18.2
640	64.0	5,330.9	5,444.0	17.1	13,684.9	14,113.0	24.2	7,471.7	7,649.4	19.0	9,197.5	9,434.2	20.4	4,935.1	5,048.6	18.4
645	64.5	5,330.9	5,444.9	17.3	13,722.1	14,153.9	24.5	7,479.8	7,659.1	19.3	9,212.8	9,451.5	20.7	4,939.4	5,053.9	18.7
650	65.0	5,330.9	5,445.8	17.6	13,758.9	14,194.5	24.8	7,487.9	7,668.6	19.6	9,227.9	9,468.6	21.0	4,943.6	5,059.0	19.0
655	65.5	5,330.9	5,446.7	17.9	13,795.4	14,234.9	25.1	7,495.9	7,678.1	19.9	9,242.9	9,485.6	21.3	4,947.8	5,064.2	19.3
660	66.0	5,330.9	5,447.7	18.1	13,831.6	14,274.9	25.4	7,503.7	7,687.5	20.1	9,257.6	9,502.4	21.6	4,951.9	5,069.2	19.5
665	66.5	5,330.9	5,448.6	18.4	13,867.6	14,314.7	25.8	7,511.5	7,696.8	20.4	9,272.3	9,519.1	21.9	4,956.0	5,074.3	19.8
670	67.0	5,330.9	5,449.5	18.7	13,903.2	14,354.1	26.1	7,519.2	7,706.0	20.7	9,286.7	9,535.6	22.2	4,960.0	5,079.2	20.1
675	67.5	5,330.9	5,450.4	19.0	13,938.6	14,393.3	26.4	7,526.8	7,715.1	21.0	9,301.0	9,552.0	22.5	4,963.9	5,084.1	20.4
680	68.0	5,330.9	5,451.4	19.3	13,973.6	14,432.3	26.7	7,534.3	7,724.1	21.3	9,315.2	9,568.2	22.8	4,967.8	5,089.0	20.7
685	68.5	5,330.9	5,452.3	19.5	14,008.4	14,470.9	27.1	7,541.7	7,733.0	21.6	9,329.2	9,584.3	23.1	4,971.7	5,093.8	21.0
690	69.0	5,330.9	5,453.3	19.8	14,042.9	14,509.3	27.4	7,549.0	7,741.9	21.9	9,343.1	9,600.2	23.4	4,975.4	5,098.5	21.3
695	69.5	5,330.9	5,454.2	20.1	14,077.1	14,547.4	27.7	7,556.2	7,750.7	22.2	9,356.8	9,616.0	23.7	4,979.2	5,103.2	21.5
700	70.0	5,330.9	5,455.2	20.4	14,111.0	14,585.2	28.0	7,563.3	7,759.3	22.5	9,370.4	9,631.7	24.0	4,982.8	5,107.9	21.8

## ANEXO N° B.5

### SEPARACIÓN HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES

#### DATOS GENERALES

<u>Hipótesis de Templado:</u>		<u>Hipótesis de Máxima Temperatura :</u>	
EDS Final :	16%	Temperatura :	40°C
Temperatura :	5°C	V. Viento :	0 km/h
V. Viento :	0 km/h	V Nominal :	22,9 kV

Formulación:

$$S = 0,0076 \times V_{\max} \times F_h + 0,65 \cdot f$$

Vmax (kV) : tensión máxima

Fh : factor de corrección por altura

f (m) : flecha del conductor en condición de templado

1

Armado		N° de Postes por Armado	S (m)	Conductor AAAC	Factor de corrección (Fh)	Flecha (m)	Vano (m)
GS1-3L	GS1-3L	1/1	2.20	120 mm <sup>2</sup>	1.463	9.0	320
GR3-3L	GR3-3L	1/1	2.10	120 mm <sup>2</sup>	1.463	8.1	300
GS1-3L	GSH-3	1/2	3.10	120 mm <sup>2</sup>	1.463	19.2	490
GSH-3	GSH-3	2/2	4.00	120 mm <sup>2</sup>	1.463	33.2	660
GSH-3	G2A3-3	2/3	5.00	120 mm <sup>2</sup>	1.463	53.3	840

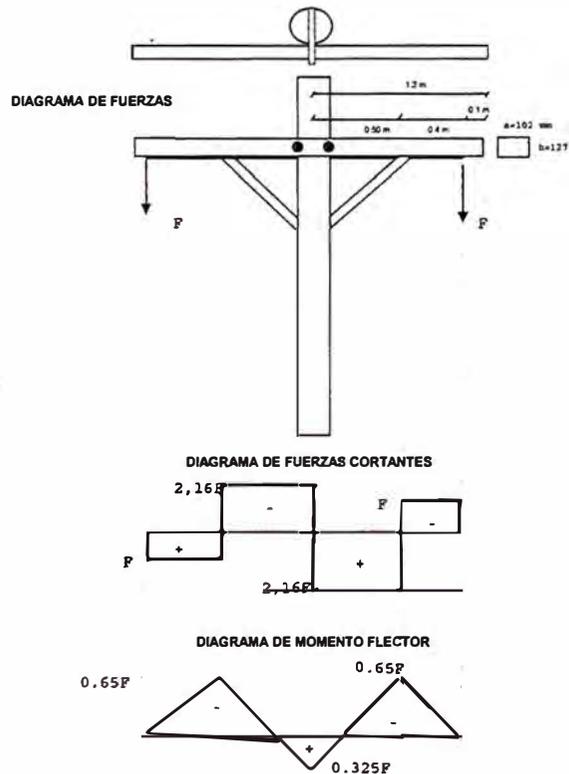
**ANEXO C**  
**CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS**

**ANEXO N° C.1  
CALCULO MECANICO DE CRUCETAS DE MADERA**

**CALCULO DE LA CRUCETA SIMPLE DE MADERA**

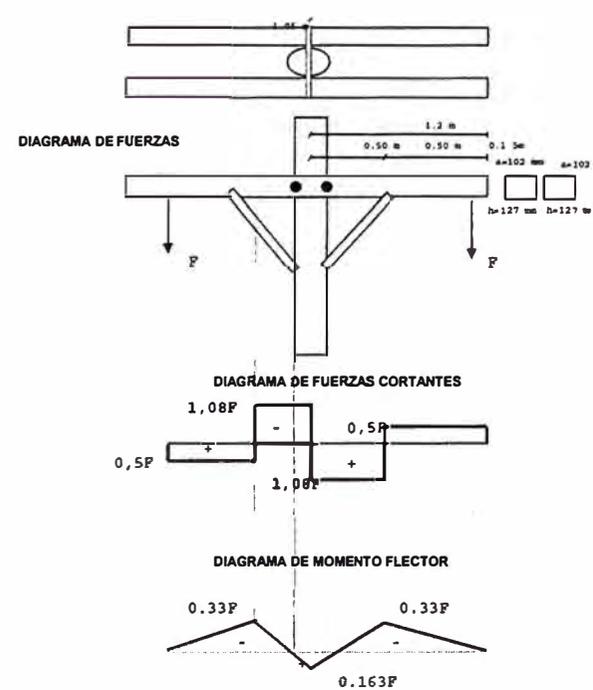
ARMADOS DE SUSPENSION			
Conductor	Aa	(mm <sup>2</sup> )	120
Factor de seguridad cruceta	Fsc		4
Altura cruceta	h	(cm)	11.5
Ancho cruceta	a	(cm)	9.0
Momento aplicado a la madera	Ma	(N-m)	9919
Esfuerzo de la madera	s	(N/cm <sup>2</sup> )	5,000
Masa unitaria conductor	Wo	(kg/m)	0.333
Peso adicional (aislad., ferret. etc)	Padic	(N)	1030
Brazo	b	(m)	1.10
Módulo de la sección	Sxx	(cm <sup>3</sup> )	198.38
Vano peso	Vp	(m)	746

Gráfico de las fuerzas para el análisis del Vano Peso



**CALCULO DE LA CRUCETA DOBLE DE MADERA**

ARMADOS DE ANCLAJE O RETENCION			
Conductor	Aa	(mm <sup>2</sup> )	120
Factor de seguridad cruceta	Fsc		4
Altura cruceta	h	(cm)	11.5
Ancho cruceta	a	(cm)	9.0
Momento aplicado a la madera	Ma	(N-m)	9919
Esfuerzo de la madera	s	(N/cm <sup>2</sup> )	5,000
Masa unitaria conductor	Wo	(kg/m)	0.333
Peso adicional (aislad., ferret. etc)	Padic	(N)	1030
Brazo de la cruceta	Bc	(m)	1.05
Módulo de la sección	Sxx	(cm <sup>3</sup> )	198.38
Vano peso	Vp	(m)	797



ANEXO N° C.2.a

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS PRIMARIAS CON CABLE DE GUARDA

POSTE DE MADERA 12m - C 6

ESTRUCTURA GS1-3 EDS Inicial = 18 %, 10 200 MPa

DATOS DEL POSTE				DATOS DEL CONDUCTOR				DATOS DEL AISLADOR			DATOS DE LA RETENIDA		
Tipo de Armado	GS1-3	Coef. del Material (K)	1	Sección (mm²)	120	Tipo de Aislador	PIN 56/4	Angulo (°)	37				
Función	Suspensión 0° - 5°	Moment. de Inercia (cm4)	10,929	Diámetro (mm)	14.25	Longitud (mm)	241	Altura de Aplic. (m)	9.5				
Tipo de poste	12m - C 6	F. de Seguridad	2.2	Peso unitario (N/m)	3.27	Diámetro (mm)	304	Diametro Exterior (mm)	3.05				
Long. del poste (m)	12	Carga de Rotura (N)	6,670	Alt. Conductor 1 (m)	9.00	Peso (N)	106.82	Carga de Rotura (N)	30,920				
Long. de empot. (m)	1.8	Carga de Trabajo (N)	3,032	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.00	Fuerza Viento / Aislador (N)	24	Carga Crítica del Poste (N)	224,488				
Altura útil del poste (m)	10.2	Esfuerzo Máximo (MPa)	40.0	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.00	DATOS GENERALES							
Circ. en la punta (cm)	43.0	Módulo de Elast. (MPa)	10,200	Alt. Cable de Guarda (m)	10.10							Peso de cruzeta (N)	343
Circ. línea de tierra (cm)	79.6	Peso del poste (N)	5,528	Diám. del C. Guarda (mm)	6.35	Peso del Operario (N)	980	Presión del viento (N/m²)	333				
Sección de Empot. (cm²)	504			Peso del C. de Guarda (N/m)	0.9	Peso Extra (SE, Cap., etc) (N)	980	Costra de Hielo (mm)	10				

Vano Viento (m)	Tiro Cable de Guarda Condición Max. Est. (N)	Tiro Conductor Horizontal Condición Max. Est. (N)	MVC	MTC	MVP	MRN	R <sub>H</sub>	F.S.	F <sub>eq</sub>	F.S.	Requirim. de Retenida	Número de Retenidas	carga vertical total	F.S. Por Pandeo ≥ 2.0
			Momento viento sobre conductores (N-m)	Momento carga sobre conductores (N-m)	Momento Viento sobre la estructura (N-m)	Momento total Estructura (N-m)	Esfuerzo en la línea de tierra (Mpa)	Factor de Seg. Esfuerzo S/Retenida ≥ 2.2	Fuerza Equiv. Punta (N)	F. S. Fuerza C/Retenida ≥ 2.2				

Angulo 0														
150	6,654	9,499	21,023	0	3,047	24,071	15.07	2.85	2,431		NO		10,445	21.5
155	6,693	9,555	21,724	0	3,047	24,771	15.51	2.58	2,502		NO		10,529	21.3
160	6,732	9,609	22,425	0	3,047	25,472	15.95	2.51	2,573		NO		10,612	21.2
165	6,771	9,663	23,126	0	3,047	26,173	16.39	2.44	2,644		NO		10,696	21.0
170	6,811	9,716	23,826	0	3,047	26,874	16.83	2.36	2,715		NO		10,780	20.8
175	6,850	9,768	24,527	0	3,047	27,574	17.27	2.32	2,785		NO		10,863	20.7
180	6,889	9,820	25,228	0	3,047	28,275	17.71	2.28	2,856		NO		10,947	20.5
185	6,928	9,871	25,929	0	3,047	28,976	18.15	2.20	2,927		NO		11,030	20.4
190	6,967	9,921	26,629	0	3,047	29,677	18.59	2.15	2,998	2.5	SI	1	15,514	14.5
195	7,005	9,970	27,330	0	3,047	30,377	19.02	2.10	3,068	2.4	SI	1	15,702	14.3

Angulo 1														
100	6,276	8,920	14,015	4,998	3,047	22,061	13.82	2.90	2,228		NO		9,610	23.4
115	6,385	9,097	16,117	5,095	3,047	24,259	15.19	2.63	2,450		NO		9,660	22.8
130	6,499	9,272	18,219	5,191	3,047	26,458	16.57	2.41	2,673		NO		10,111	22.2
160	6,732	9,609	22,424	5,379	3,047	30,851	19.32	2.07	3,116	2.9	SI	1	15,187	14.8
175	6,850	9,768	24,526	5,470	3,047	33,043	20.69	1.93	3,338	2.7	SI	1	15,763	14.2
205	7,082	10,086	28,731	5,640	3,047	37,418	23.43	1.71	3,780	2.3	SI	1	16,913	13.3
235	7,309	10,334	32,935	5,797	3,047	41,780	26.16	1.53	4,220	2.0	SI	1	18,061	12.4
265	7,526	10,575	37,140	5,941	3,047	46,128	28.89	1.38	4,659	1.8	SI	1	19,207	11.7
310	7,833	10,890	43,448	6,132	3,047	52,826	32.96	1.21	5,316	1.6	SI	1	20,923	10.7
325	7,930	10,984	45,549	6,190	3,047	54,786	34.31	1.17	5,534	1.5	SI	1	21,494	10.4

Angulo 2														
100	6,276	8,920	14,013	9,997	3,047	27,057	16.94	2.38	2,733		NO		9,610	23.4
115	6,385	9,097	16,115	10,189	3,047	29,352	18.38	2.18	2,985	3.9	SI	1	14,212	15.8
130	6,499	9,272	18,217	10,382	3,047	31,647	19.82	2.02	3,197	3.5	SI	1	14,803	15.2
160	6,732	9,609	22,421	10,759	3,047	36,227	22.69	1.76	3,659	2.9	SI	1	15,984	14.0
175	6,850	9,768	24,523	10,939	3,047	38,510	24.12	1.68	3,890	2.7	SI	1	16,573	13.5
205	7,082	10,086	28,727	11,280	3,047	43,055	26.96	1.48	4,349	2.3	SI	1	17,749	12.6
235	7,309	10,334	32,931	11,594	3,047	47,573	29.79	1.34	4,805	2.0	SI	1	18,920	11.9
265	7,526	10,575	37,135	11,881	3,047	52,064	32.61	1.23	5,259	1.8	SI	1	20,087	11.2
310	7,833	10,890	43,441	12,284	3,047	58,753	36.79	1.09	5,935	1.6	SI	1	21,631	10.3
325	7,930	10,984	45,543	12,380	3,047	60,971	38.16	1.05	6,159	1.5	SI	1	22,411	10.0

Angulo 3														
100	6,276	8,920	14,011	14,994	3,047	32,052	20.07	1.99	3,238	4.4	SI	1	14,362	15.6
115	6,385	9,097	16,112	15,283	3,047	34,443	21.57	1.85	3,479	3.9	SI	1	14,967	15.0
130	6,499	9,272	18,214	15,572	3,047	36,834	23.07	1.73	3,721	3.5	SI	1	15,572	14.4
160	6,732	9,609	22,417	16,137	3,047	41,801	26.05	1.54	4,202	2.9	SI	1	16,781	13.4
175	6,850	9,768	24,519	16,407	3,047	43,973	27.54	1.45	4,442	2.7	SI	1	17,383	12.9
205	7,082	10,086	28,722	16,920	3,047	48,889	30.49	1.31	4,916	2.3	SI	1	18,584	12.1
235	7,309	10,334	32,925	17,390	3,047	53,363	33.42	1.20	5,390	2.0	SI	1	19,776	11.4
265	7,526	10,575	37,128	17,821	3,047	57,996	36.32	1.10	5,868	1.8	SI	1	20,967	10.7
310	7,833	10,890	43,433	18,395	3,047	64,876	40.83	0.98	6,553	1.6	SI	1	22,739	9.9
325	7,930	10,984	45,535	18,570	3,047	67,152	42.05	0.95	6,783	1.5	SI	1	23,327	9.6

Angulo 4														
100	6,276	8,920	14,007	19,990	3,047	37,044	23.20	1.72	3,742	4.4	SI	1	15,102	14.9
115	6,385	9,097	16,108	20,378	3,047	39,531	24.78	1.62	3,993	3.9	SI	1	15,722	14.3
130	6,499	9,272	18,209	20,781	3,047	42,018	26.31	1.52	4,244	3.5	SI	1	16,341	13.7
160	6,732	9,609	22,411	21,514	3,047	46,972	29.42	1.38	4,745	2.9	SI	1	17,577	12.8
175	6,850	9,768	24,512	21,875	3,047	49,434	30.98	1.29	4,993	2.7	SI	1	18,193	12.3
205	7,082	10,086	28,714	22,557	3,047	54,319	34.02	1.18	5,487	2.3	SI	1	19,419	11.6
235	7,309	10,334	32,918	23,185	3,047	59,149	37.04	1.08	5,975	2.0	SI	1	20,636	10.9
265	7,526	10,575	37,116	23,759	3,047	63,924	40.03	1.00	6,457	1.8	SI	1	21,846	10.3
310	7,833	10,890	43,421	24,625	3,047	70,994	44.46	0.90	7,171	1.6	SI	1	23,646	9.5
325	7,930	10,984	45,523	24,757	3,047	73,327	45.92	0.87	7,407	1.5	SI	1	24,243	9.3

Angulo 5														
100	6,276	8,920	14,002	24,985	3,047	42,034	26.32	1.52	4,246	4.4	SI	1	15,842	14.2
115	6,385	9,097	16,102	25,487	3,047	44,616	27.94	1.43	4,507	3.9	SI	1	16,476	13.6
130	6,499	9,272	18,203	25,949	3,047	47,199	29.56	1.35	4,768	3.5	SI	1	17,109	13.1
160	6,732	9,609	22,403	26,889	3,047	52,340	32.78	1.22	5,287	2.9	SI	1	18,373	12.2
175	6,850	9,768	24,504	27,340	3,047	54,891	34.36	1.18	5,545	2.7	SI	1	19,002	11.8
205	7,082	10,086	28,704	28,193	3,047	59,945	37.54	1.07	6,055	2.3	SI	1	20,253	11.1
235	7,309	10,334	32,905	28,978	3,047	64,930	40.68	0.98	6,559	2.0	SI	1	21,493	10.4
265	7,526	10,575	37,106	29,895	3,047	69,848	43.74	0.91	7,055	1.8	SI	1	22,724	9.9
310	7,833	10,890	43,407	30,852	3,047	77,108	48.29	0.83	7,789	1.6	SI	1	24,552	9.1
325	7,930	10,984	45,507	30,943	3,047	79,497	49.79	0.80	8,030	1.5	SI	1	25,158	8.9

ANEXO N° C.2.b

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS PRIMARIAS CON CABLE DE GUARDA

POSTE DE MADERA 12m - C 6

ESTRUCTURA GA1-3 EDS Inicial = 18 %, 10 200 MPa

DATOS DEL POSTE				DATOS DEL CONDUCTOR				DATOS DEL AISLADOR		DATOS DE LA RETENIDA	
Tipo de Armeado	GA1-3	Coef. del Material (K)	1	Socción (mm²)	120	Tipo de Aislador	PIN 56/4	Angulo (°)	37		
Función	Suspensión 5° -30°	Moment. de Inercia (cm4)	10,929	Diámetro (mm)	14.25	Longitud (mm)	241	Altura de Aplic. (m)	9.5		
Tipo de poste	12m - C 6	F. de Seguridad	3	Poso unitario (N/m)	3.27	Diámetro (mm)	304	Diametro Exterior (mm)	3.05		
Long. del poste (m)	12	Carga de Rotura (N)	6,670	Alt. Conductor 1 (m)	9.00	Poso (N)	106,82	Carga de Rotura (N)	30,920		
Long. de empol. (m)	1.8	Carga de Trabajo (N)	2,223	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.00	Fuerza Viento / Aislador (N)	24	Carga Crítica del Poste (N)	224,468		
Altura útil del poste (m)	10.2	Esfuerzo Máximo (MPa)	40.0	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.00	DATOS GENERALES					
Circ. en la punta (cm)	43.0	Módulo de Elast. (MPa)	10,200	Alt. Cable de Guardia (m)	10.10						Poso de cruceta (N)
Circ. línea de tierra (cm)	79.6	Peso del poste (N)	5,528	Diám. del C. Guardia (mm)	6.35	Peso del Oporario (N)	980	Presión del viento (N/m²)	333		
Sección de Empol. (cm²)	504			Peso del C. de Guardia (N/m)	0.9	Poso Extra (SE, Cap., etc) (N)	980	Costro de Hielo (mm)	10		

Vano	Tiro Cable de Guarda	Tiro Conductor	MVC	MTC	MVP	MRN	R <sub>g</sub>	F.S.	F <sub>eq</sub>	F.S.	Requirim. de Retenida	Número de Retenidas	carga vertical total	F.S. Por Pandeo
(m)	Condición	Horizontal	Momento viento sobre conductores	Momento carga sobre conductores	Momento Viento sobre la estructura	Momento total Estructura	Esfuerzo en la línea de tierra (Mpa)	Factor de Seg. Esfuerzo	Fuerza Equiv. Punta (N)	F. S. Fuerza CRetenida				≥ 2.0
	(N)	(N)	(N-m)	(N-m)	(N-m)	(N-m)		≥ 2.2		≥ 2.2				

Angulo 5														
100	7,139	10,368	14,002	28,898	3,047	45,947	28.77	1.39	4,641	4.4	SI	1	17,685	12.7
115	7,414	10,788	16,102	30,057	3,047	49,207	30.82	1.30	4,970	3.9	SI	1	16,609	12.1
130	7,688	11,194	18,203	31,167	3,047	52,437	32.84	1.22	5,297	3.5	SI	1	15,528	11.5
160	8,226	11,961	22,403	33,334	3,047	58,784	36.81	1.09	5,938	2.9	SI	1	11,350	10.5
175	8,467	12,320	24,504	34,347	3,047	61,899	38.78	1.03	6,252	2.7	SI	1	22,251	10.1
205	8,993	12,991	26,704	36,258	3,047	68,008	42.59	0.94	6,870	2.3	SI	1	24,038	9.3
235	9,478	13,602	32,905	38,014	3,047	73,968	46.32	0.88	7,471	2.0	SI	1	25,802	8.7
265	9,935	14,158	37,106	39,631	3,047	79,784	49.97	0.80	8,059	1.8	SI	1	27,545	8.1
310	10,581	14,901	43,407	41,821	3,047	88,275	55.28	0.72	8,917	1.6	SI	2	30,124	7.5
325	10,788	15,127	45,507	42,494	3,047	91,046	57.02	0.70	9,197	1.5	SI	2	30,975	7.2

Angulo 10														
100	7,139	10,368	13,982	57,740	3,047	74,750	46.81	0.85	7,550	4.4	SI	1	21,956	10.2
115	7,414	10,788	16,056	60,057	3,047	79,161	49.57	0.81	7,996	3.9	SI	1	23,050	9.7
130	7,688	11,194	18,151	62,314	3,047	83,512	52.30	0.76	8,436	3.5	SI	2	24,136	9.3
160	8,226	11,961	22,339	66,604	3,047	91,990	57.81	0.69	9,282	2.9	SI	2	26,273	8.5
175	8,467	12,320	24,434	68,630	3,047	96,111	60.19	0.66	9,708	2.7	SI	2	27,324	8.2
205	8,993	12,991	28,622	72,444	3,047	104,113	65.20	0.61	10,517	2.3	SI	2	29,391	7.6
235	9,478	13,602	32,811	75,955	3,047	111,814	70.02	0.57	11,294	2.0	SI	2	31,413	7.1
265	9,935	14,158	37,000	79,167	3,047	119,234	74.67	0.54	12,044	1.8	SI	2	33,394	6.7
310	10,581	14,901	43,283	83,562	3,047	129,892	81.35	0.49	13,120	1.6	SI	2	36,295	6.2
325	10,788	15,127	45,377	84,908	3,047	133,331	83.50	0.48	13,468	1.5	SI	2	37,245	6.0

Angulo 15														
100	7,139	10,368	13,898	88,473	3,047	103,418	64.78	0.82	10,446	4.4	SI	2	26,206	8.6
115	7,414	10,788	15,980	89,943	3,047	108,970	68.24	0.58	11,007	3.9	SI	2	27,470	8.2
130	7,688	11,194	18,064	93,322	3,047	114,434	71.68	0.58	11,559	3.5	SI	2	28,721	7.6
160	8,226	11,961	22,233	99,747	3,047	126,027	78.30	0.51	12,829	2.9	SI	2	31,172	7.2
175	8,467	12,320	24,317	102,781	3,047	130,146	81.50	0.49	13,146	2.7	SI	2	32,371	6.9
205	8,993	12,991	28,468	108,493	3,047	140,027	87.69	0.46	14,144	2.3	SI	2	34,716	6.5
235	9,478	13,602	32,655	113,752	3,047	149,454	93.60	0.43	15,096	2.1	SI	2	36,994	6.1
265	9,935	14,158	36,823	118,592	3,047	158,463	99.24	0.40	16,006	1.8	SI	2	39,210	5.7
310	10,581	14,901	43,078	125,144	3,047	171,268	107.26	0.37	17,300	1.6	SI	2	42,430	5.3
325	10,788	15,127	45,181	127,158	3,047	175,365	109.82	0.36	17,714	1.5	SI	2	43,477	5.2

Angulo 20														
100	7,139	10,368	13,803	115,041	3,047	131,891	82.80	0.48	13,322	4.4	SI	2	30,429	7.4
115	7,414	10,788	15,873	119,657	3,047	138,577	86.78	0.48	13,998	3.9	SI	2	31,860	7.0
130	7,688	11,194	17,943	124,153	3,047	145,144	90.90	0.44	14,661	3.5	SI	2	33,274	6.7
160	8,226	11,961	22,084	132,700	3,047	157,832	98.84	0.40	15,943	2.9	SI	2	36,036	6.2
175	8,467	12,320	24,154	138,737	3,047	163,939	102.87	0.39	16,559	2.7	SI	2	37,381	6.0
205	8,993	12,991	28,295	144,338	3,047	175,679	110.02	0.36	17,745	2.3	SI	2	40,002	5.6
235	9,478	13,602	32,436	151,333	3,047	186,618	118.99	0.34	18,670	2.1	SI	2	42,534	5.3
265	9,935	14,158	36,577	157,772	3,047	197,396	123.62	0.32	19,939	1.8	SI	2	44,983	5.0
310	10,581	14,901	42,788	166,488	3,047	212,323	132.97	0.30	21,447	1.6	SI	2	48,517	4.6
325	10,788	15,127	44,658	169,187	3,047	217,072	135.94	0.29	21,928	1.5	SI	2	49,661	4.5

Angulo 25														
100	7,139	10,368	13,683	143,390	3,047	180,121	100.28	0.40	16,174	4.5	SI	2	34,614	6.5
115	7,414	10,788	15,738	149,144	3,047	187,927	105.18	0.38	16,982	4.0	SI	2	36,212	6.2
130	7,688	11,194	17,788	154,748	3,047	195,584	109.98	0.36	17,736	3.8	SI	2	37,787	5.9
160	8,226	11,961	21,893	165,401	3,047	209,342	119.20	0.34	19,226	3.0	SI	2	40,856	5.5
175	8,467	12,320	23,946	170,432	3,047	217,425	123.84	0.32	19,942	2.7	SI	2	42,346	5.3
205	8,993	12,991	28,051	179,904	3,047	231,002	132.14	0.30	21,313	2.4	SI	2	45,240	5.0
235	9,478	13,602	32,156	188,825	3,047	243,828	140.17	0.29	22,609	2.1	SI	2	48,022	4.7
265	9,935	14,158	36,261	198,681	3,047	256,959	147.77	0.27	23,834	1.9	SI	2	50,701	4.4
310	10,581	14,901	42,416	207,515	3,047	282,981	158.43	0.25	25,554	1.6	SI	2	54,545	4.1
325	10,788	15,127	44,471	210,854	3,047	288,372	161.81	0.25	26,098	1.5	SI	2	55,785	4.0

Angulo 30														
100	7,139	10,368	13,538	171,466	3,047	188,052	117.77	0.34	18,995	4.5	SI	2	36,756	5.6
115	7,414	10,788	15,589	178,347	3,047	196,062	123.35	0.32	19,895	4.0	SI	2	40,517	5.5
130	7,688	11,194	17,599	185,048	3,047	205,895	128.62	0.31	20,777	3.8	SI	2	42,252	5.3
160	8,226	11,961	21,681	197,787	3,047	222,495	139.34	0.29	22,474	3.0	SI	2	45,624	4.9
175	8,467	12,320	23,891	203,803	3,047	230,542	144.36	0.28	23,287	2.8	SI	2	47,257	4.6
205	8,993	12,991	27,753	216,130	3,047	245,930	154.01	0.26	24,841	2.4	SI	2	50,419	4.5
235	9,478	13,602	31,614	226,556	3,047	260,420	163.09	0.26	26,305	2.1	SI	2	53,448	4.2
265	9,935	14,158	35,675	235,196	3,047	274,078	171.84	0.23	27,885	1.9	SI	2	56,353	4.0
310	10,581	14,901	41,987	248,147	3,047	293,182	183.99	0.22	29,812	1.6	SI	2	60,503	3.7
325	10,788	15,127	43,998	252,139	3,047	299,185	187.37	0.21	30,221	1.5	SI	2	61,837	3.6

ANEXO N° C.2.c

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS PRIMARIAS CON CABLE DE GUARDA  
 POSTE DE MADERA 12m - C 6  
 ESTRUCTURA GA2-3, GA3-3 EDS Inicial = 18 %, 10 200 MPa

DATOS DEL POSTE				DATOS DEL CONDUCTOR				DATOS DEL AISLADOR				DATOS DE LA RETENIDA			
Tipo de Armado	GA2-3, GA3-3	Coef. del Material (K)	1	Sección (mm²)	120	Tipo de Aislador	PIN 56/4	Angulo (°)	37						
Función	Angulo 30°-90°	Moment. de Inercia (cm⁴)	10,929	Diámetro (mm)	14.25	Longitud (mm)	241	Altura de Aplic. (m)	9.5						
Tipo de poste	12m - C 6	F. de Seguridad	3	Peso unitario (N/m)	3.27	Diámetro (mm)	304	Diámetro Exterior (mm)	3.05						
Long. del poste (m)	12	Carga de Rotura (N)	6,670	Alt. Conductor 1 (m)	8.90	Peso (N)	106.82	Carga de Rotura (N)	30,920						
Long. de empot. (m)	1.8	Carga de Trabajo (N)	2,223	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	7.70	Fuerza Viento / Aislador (N)	24	Carga Crítica del Poste (N)	224,488						
Altura útil del poste (m)	10.2	Esfuerzo Máximo (MPa)	40.0	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	6.50	DATOS GENERALES									
Circ. en la punta (cm)	43.0	Módulo de Elast. (MPa)	10,200	Alt. Cable de Guarda (m)	10.10					Peso de cruceta (N)	343	Veloc. del Viento (km/h)	90		
Circ., línea de tierra (cm)	79.6	Peso del poste (N)	5,528	Diám. del C. Guarda (mm)	6.35	Peso del Operario (N)	980	Presión del viento (N/m²)	333						
Sección de Empot. (cm²)	504			Peso del C. de Guarda (N/m)	0.9	Peso Extra (SE, Cap., etc) (N)	980	Costa de Hielo (mm)	10						

Vano Viento (m)	Tiro Cable de Guarda Condición Max. Esf. (N)	Tiro Conductor Horizontal Condición Max. Esf. (N)	MVC	MTC	MVP	MRN	R <sub>H</sub>	F.S.	Feg	F.S.	Requerim. de Retenida	Número de Retenidas	carga vertical total	F.S. Por Pandeo ≥ 2.0
			Momento viento sobre conductores (N-m)	Momento carga sobre conductores (N-m)	Momento Viento sobre la estructura (N-m)	Momento total Estructura (N-m)	Esfuerzo en la línea de tierra (Mpa)	Factor de Seg. Esfuerzo S/Retenida ≥ 2.2	Fuerza Equiv. Punta (N)	F. S. Fuerza C/Retenida ≥ 2.2				

ARMADO TIPO GA2-3

Angulo	100	115	130	160	175	205	235	265	310	325
30	7,139	7,414	7,688	8,226	8,487	8,993	9,476	9,935	10,581	10,788
30	10,366	10,786	11,194	11,961	12,320	12,991	13,602	14,158	14,901	15,127
30	12,668	14,566	16,468	20,268	22,165	25,965	29,765	33,565	39,265	41,164
30	181,272	167,738	174,039	186,024	191,887	202,354	212,161	221,231	233,492	237,282
30	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047
30	176,985	185,351	193,552	209,337	218,899	231,366	244,993	257,843	275,804	281,474
30	110.84	118.08	121.21	131.10	135.63	144.89	153.43	161.48	172.72	176.27
30	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29	0.28	0.28	0.25	0.23	0.23
30	17,877	18,722	19,551	21,145	21,909	23,370	24,747	26,045	27,859	28,432
30	13.7	12.2	10.9	9.1	8.4	7.3	6.4	5.7	4.9	4.7
30	SI									
30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30	37,115	38,796	40,452	43,672	45,234	48,259	51,160	53,946	57,930	59,211
30	6.0	5.8	5.5	5.1	5.0	4.7	4.4	4.2	3.9	3.8

Angulo 45

Angulo	100	115	130	160	175	205	235	265	310	325
45	7,139	7,414	7,688	8,226	8,487	8,993	9,476	9,935	10,581	10,788
45	10,366	10,786	11,194	11,961	12,320	12,991	13,602	14,158	14,901	15,127
45	12,668	14,566	16,468	19,383	21,201	24,835	28,469	32,104	37,555	39,373
45	238,452	248,013	257,330	275,050	283,423	299,195	313,725	327,107	345,238	350,810
45	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047
45	253,614	264,993	278,128	297,481	307,871	327,078	345,242	362,258	385,838	393,230
45	158.83	165.95	172.92	186.30	192.68	204.83	218.21	228.86	241.63	246.26
45	0.25	0.24	0.23	0.21	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
45	25,618	26,787	27,892	30,049	31,078	33,038	34,873	36,592	38,974	39,720
45	14.2	12.6	11.4	9.5	8.7	7.8	6.7	6.0	5.1	4.9
45	SI									
45	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
45	48,477	50,604	52,695	56,742	58,693	62,451	66,024	69,428	74,245	75,781
45	4.6	4.4	4.3	4.0	3.8	3.6	3.4	3.2	3.0	3.0

Angulo 60

Angulo	100	115	130	160	175	205	235	265	310	325
60	7,139	7,414	7,688	8,226	8,487	8,993	9,476	9,935	10,581	10,788
60	10,366	10,786	11,194	11,961	12,320	12,991	13,602	14,158	14,901	15,127
60	12,668	14,566	16,468	18,170	19,673	23,280	26,887	30,093	35,204	36,907
60	311,553	324,045	336,218	359,370	370,310	390,917	409,802	427,385	451,072	458,358
60	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047
60	325,956	340,152	354,028	380,587	393,230	417,244	439,836	460,528	489,323	498,310
60	204.13	213.02	221.71	238.34	246.28	261.30	275.32	288.41	306.44	312.07
60	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13
60	32,925	34,359	35,760	38,443	39,720	42,146	44,408	46,518	49,427	50,334
60	15.0	13.4	12.0	10.0	9.3	8.0	7.1	6.3	5.5	5.2
60	SI									
60	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
60	59,203	61,748	64,246	69,064	71,379	75,820	80,021	83,998	89,589	91,361
60	3.8	3.6	3.5	3.3	3.1	3.0	2.8	2.7	2.5	2.5

ARMADO TIPO GA2-3

Angulo	100	115	130	160	175	205	235	265	310	325
60	7,139	7,414	7,688	8,226	8,487	8,993	9,476	9,935	10,581	10,788
60	10,366	10,786	11,194	11,961	12,320	12,991	13,602	14,158	14,901	15,127
60	12,668	14,566	16,468	18,170	19,673	23,280	26,887	30,093	35,204	36,907
60	311,553	324,045	336,218	359,370	370,310	390,917	409,802	427,385	451,072	458,358
60	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047
60	325,956	340,152	354,028	380,587	393,230	417,244	439,836	460,528	489,323	498,310
60	204.13	213.02	221.71	238.34	246.28	261.30	275.32	288.41	306.44	312.07
60	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13
60	32,925	34,359	35,760	38,443	39,720	42,146	44,408	46,518	49,427	50,334
60	5.0	4.5	4.0	3.3	3.1	2.7	2.4	2.1	1.8	1.7
60	SI									
60	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
60	59,203	61,748	64,246	69,064	71,379	75,820	80,021	83,998	89,589	91,361
60	3.8	3.6	3.5	3.3	3.1	3.0	2.8	2.7	2.5	2.5

Angulo 75

Angulo	100	115	130	160	175	205	235	265	310	325
75	7,139	7,414	7,688	8,226	8,487	8,993	9,476	9,935	10,581	10,788
75	10,366	10,786	11,194	11,961	12,320	12,991	13,602	14,158	14,901	15,127
75	12,668	14,566	16,468	18,170	19,673	23,280	26,887	30,093	35,204	36,907
75	311,553	324,045	336,218	359,370	370,310	390,917	409,802	427,385	451,072	458,358
75	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047
75	392,773	409,543	425,924	457,234	472,114	500,324	526,560	550,987	584,488	594,916
75	246.98	258.48	268.74	288.34	295.88	313.33	329.78	345.04	368.04	372.57
75	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11
75	39,874	41,368	43,023	46,186	47,888	50,538	53,188	56,853	60,939	60,993
75	5.4	4.8	4.3	3.5	3.3	2.9	2.8	2.3	2.0	1.9
75	SI									
75	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
75	69,110	72,037	74,906	80,429	83,075	88,139	92,909	97,408	103,699	105,886
75	3.2	3.1	3.0	2.8	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1

Angulo 90

Angulo	100	115	130	160	175	205	235	265	310	325
90	7,139	7,414	7,688	8,226	8,487	8,993	9,476	9,935	10,581	10,788
90	10,366	10,786	11,194	11,961	12,320	12,991	13,602	14,158	14,901	15,127
90	12,668	14,566	16,468	18,170	19,673	23,280	26,887	30,093	35,204	36,907
90	311,553	324,045	336,218	359,370	370,310	390,917	409,802	427,385	451,072	458,358
90	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047
90	452,922	471,979	490,585	526,109	542,971	580,324	604,528	632,033	669,793	681,399
90	283.84	295.58	307.23	329.48	340.04	363.03</				

ANEXO N° C.2.d

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS PRIMARIAS CON CABLE DE GUARDA

POSTE DE MADERA 12m - C 6

ESTRUCTURA GR3-3 EDS Inicial = 18 %, 10 200 MPa

DATOS DEL POSTE				DATOS DEL CONDUCTOR			DATOS DEL AISLADOR		DATOS DE LA RETENIDA	
Tipo de Armado	GR3-3	Coef. del Material (K)	1	Sección (mm²)	120	Tipo de Aislador	SUSPENSIÓN 52/3	Angulo (°)	37	
Función	Retencion y/o Anclaje	Moment. de Inercia (cm⁴)	10,929	Diámetro (mm)	14.25	Longitud (mm)	146	Altura de Aplic. (m)	9.5	
Tipo de poste	12m - C 6	F. de Seguridad	3	Peso unitario (N/m)	3.27	Diámetro (mm)	254	Diametro Exterior (mm)	3.05	
Long. del poste (m)	12	Carga de Rotura (N)	6,670	Alt. Conductor 1 (m)	8.60	Peso (N)	50.96	Carga de Rotura (N)	30,920	
Long. de empot. (m)	1.8	Carga de Trabajo (N)	2,223	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	7.60	Fuerza Viento / Aislador (N)	12	Carga Crítica Debido a la Corr	224,488	
Altura útil del poste (m)	10.2	Esfuerzo Máximo (MPa)	40.0	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	7.60	<b>DATOS GENERALES</b>				
Circunferencia. en la punta (cm)	43.0	Módulo de Elast. (MPa)	10,200	Alt. Cable de Guarda (m)	10.10	Peso de cruceta (N)	343	Veloc. del Viento (km/h)	90	
Circunferencia, línea de tierra (cm)	79.6	Peso del poste (N)	5,528	Diámetro del Cable de Guarda (mm)	6.35	Peso del Operario (N)	980	Presión del viento (N/m²)	333	
Sección de Empot.(cm²)	504			Peso unit. del Cable de Guarda (N/m)	0.9	Peso Extra (SE, Cap., etc) (N)	980	Costra de Hielo (mm)	10	

Vano Viento (m)	Tiro Cable de Guarda Condición Max. Esf. (N)	Tiro Conductor Horizontal Condición Max. Esf. (N)	MVC	MTC	MVP	MRN	R <sub>H</sub>	F.S.	F <sub>eq</sub>	F.S.	Requerim. de Retenida	Número de Retenidas	carga vertical total	F.S. Por Pandeo ≥ 2,0
			Momento debido a la carga del viento sobre el conductor (N-m)	Momento debido a la carga de los conductores (N-m)	Momento debido al Viento sobre la estructura (N-m)	Momento total en la estructura (N-m)	Esfuerzo del poste en la línea de empotramiento (Mpa)	Factor de Seguridad Esfuerzo S/Ret. ≥ 2,2	Fuerza Equiv. Punta (N)	F. S. Fuerza C/Retenida ≥ 2,2				

Angulo (°):

205	8,993	12,991	0	400,011	3,047	403,058	252.42	0.16	40,713	4.8	SI	2	73,661	3.0
220	9,237	13,303	0	409,920	3,047	412,967	258.62	0.15	41,714	4.5	SI	2	75,570	3.0
250	9,708	13,886	0	428,543	3,047	431,591	270.29	0.15	43,595	4.0	SI	2	79,212	2.8
265	9,935	14,158	0	437,296	3,047	440,343	275.77	0.15	44,479	3.8	SI	2	80,950	2.8
295	10,371	14,664	0	453,759	3,047	456,806	286.08	0.14	46,142	3.4	SI	2	84,271	2.7
310	10,581	14,901	0	461,503	3,047	464,550	290.93	0.14	46,924	3.3	SI	2	85,860	2.6
325	10,786	15,127	0	468,944	3,047	471,992	295.59	0.14	47,676	3.1	SI	2	87,403	2.6
355	11,180	15,549	0	482,974	3,047	486,021	304.37	0.13	49,093	2.9	SI	2	90,364	2.5

ANEXO N° C.2.e

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS PRIMARIAS CON CABLE DE GUARDA

POSTE DE MADERA 12m - C 6

ESTRUCTURA GSH-3 EDS Inicial = 18 %, 10 200 MPa

DATOS DEL POSTE				DATOS DEL CONDUCTOR				DATOS DEL AISLADOR		DATOS DE LA RETENIDA	
Tipo de Armado	GSH-3	Coef. del Material (K)	1	Sección (mm <sup>2</sup> )	120	Tipo de Aislador	PIN 56/4	Angulo (°)	37		
Función	Suspensión 0° - 5°	Moment. de Inercia (cm <sup>4</sup> )	10,929	Diámetro (mm)	14.25	Longitud (mm)	241	Altura de Aplic. (m)	9.5		
Tipo de poste	12m - C 6	F. de Seguridad	2.2	Peso unitario (N/m)	3.27	Diámetro (mm)	304	Diámetro Exterior (mm)	3.05		
Long. del poste (m)	12	Carga de Rotura (N)	6,670	Alt. Conductor 1 (m)	8.50	Peso (N)	106.82	Carga de Rotura (N)	30,920		
Long. de empot. (m)	1.8	Carga de Trabajo (N)	3,032	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.50	Fuerza Viento / Aislador (N)	24	Carga Crítica del Poste (N)	224,488		
Altura útil del poste (m)	10.2	Esfuerzo Máximo (MPa)	40.0	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.50	DATOS GENERALES					
Circ. en la punta (cm)	43.0	Módulo de Elast. (MPa)	10,200	Alt. Cable de Guarda (m)	10.10						Peso de cruceta (N)
Circ. línea de tierra (cm)	79.6	Peso del poste (N)	5,528	Diám. del C. de Guarda (mm)	6.35	Peso del Operario (N)	980	Presión del viento (N/m <sup>2</sup> )	333		
Sección de Empot.(cm <sup>2</sup> )	504			Peso del C. de Guarda (N/m)	0.9	Peso Extra (SE, Cap., etc) (N)	980	Costura de Hielo (mm)	10		

Vano Viento (m)	Tiro Cable de Guarda Condición Max. Esf. (N)	Tiro Conductor Horizontal Condición Max. Esf. (N)	MVC	MTC	MVP	MRN	R <sub>H</sub>	F.S.	F <sub>eq</sub>	F.S.	Raquear. de Retenida	Número de Retenidas	carga vertical total	F.S. Por Páncleo ≥ 2.0
			Momento viento sobre conductores (N-m)	Momento carga sobre conductores (N-m)	Momento Viento sobre la estructura (N-m)	Momento total Estructura (N-m)	Esfuerzo en la línea de tierra (Mpa)	Factor de Seg. Esfuerzo S/Retenida ≥ 2.2	Fuerza Equiv. Punta (N)	F. S. Fuerza C/Retenida ≥ 2.2				

Angulo 0														
350	8,086	11,130	49,886	0	3,047	26,488	18.57	2.41	2,873		NO		18,209	12.3
355	8,116	11,157	50,598	0	3,047	26,823	18.60	2.38	2,708		NO		18,356	12.2
360	8,146	11,184	51,311	0	3,047	27,179	17.02	2.35	2,745		NO		18,503	12.1
365	8,178	11,211	52,023	0	3,047	27,535	17.24	2.32	2,781		NO		18,649	12.0
370	8,205	11,237	52,738	0	3,047	27,892	17.47	2.29	2,817		NO		18,796	11.9
375	8,234	11,263	53,449	0	3,047	28,248	17.69	2.26	2,853		NO		18,943	11.9
380	8,263	11,288	54,161	0	3,047	28,604	17.91	2.23	2,889		NO		19,089	11.8
385	8,292	11,313	54,874	0	3,047	28,961	18.14	2.21	2,925		NO		19,236	11.7
390	8,320	11,338	55,587	0	3,047	29,317	18.36	2.18	2,961	1.3	SI	1	23,730	9.5
395	8,348	11,362	56,299	0	3,047	29,673	18.58	2.15	2,997	1.2	SI	1	23,929	9.4

Angulo 1														
350	8,086	11,130	49,884	6,379	3,047	29,555	18.57	2.15	2,995	1.4	SI	1	22,606	9.9
360	8,146	11,184	51,309	6,414	3,047	30,385	19.03	2.10	3,089	1.4	SI	1	23,008	9.8
370	8,205	11,237	52,734	6,448	3,047	31,114	19.49	2.05	3,143	1.3	SI	1	23,409	9.6
380	8,263	11,288	54,159	6,480	3,047	31,844	19.94	2.01	3,217	1.3	SI	1	23,811	9.4
390	8,320	11,338	55,585	6,512	3,047	32,572	20.40	1.96	3,290	1.3	SI	1	24,212	9.3
400	8,376	11,385	57,010	6,543	3,047	33,300	20.85	1.92	3,364	1.2	SI	1	24,614	9.1
410	8,431	11,431	58,435	6,574	3,047	34,028	21.31	1.88	3,437	1.2	SI	1	25,015	9.0
420	8,484	11,478	59,860	6,603	3,047	34,755	21.77	1.84	3,511	1.2	SI	1	25,417	8.8
430	8,537	11,519	61,286	6,631	3,047	35,482	22.22	1.80	3,584	1.1	SI	1	25,818	8.7
440	8,588	11,561	62,711	6,659	3,047	36,209	22.68	1.76	3,657	1.1	SI	1	26,219	8.6

Angulo 2														
360	8,086	11,130	49,878	12,757	3,047	32,841	20.57	1.94	3,317	1.4	SI	1	23,079	9.7
360	8,146	11,184	51,303	12,827	3,047	33,589	21.03	1.90	3,393	1.4	SI	1	23,483	9.6
370	8,205	11,237	52,728	12,895	3,047	34,335	21.50	1.86	3,468	1.3	SI	1	23,887	9.4
380	8,263	11,288	54,153	12,960	3,047	35,081	21.97	1.82	3,543	1.3	SI	1	24,291	9.2
390	8,320	11,338	55,578	13,024	3,047	35,825	22.44	1.78	3,619	1.3	SI	1	24,695	9.1
400	8,376	11,385	57,003	13,088	3,047	36,569	22.90	1.75	3,694	1.2	SI	1	25,098	8.9
410	8,431	11,431	58,428	13,147	3,047	37,311	23.37	1.71	3,769	1.2	SI	1	25,502	8.8
420	8,484	11,478	59,854	13,205	3,047	38,053	23.83	1.68	3,844	1.2	SI	1	25,906	8.7
430	8,537	11,519	61,279	13,262	3,047	38,794	24.29	1.65	3,919	1.1	SI	1	26,309	8.5
440	8,588	11,561	62,704	13,318	3,047	39,534	24.78	1.62	3,993	1.1	SI	1	26,712	8.4

Angulo 3														
350	8,086	11,130	49,868	19,134	3,047	36,025	22.58	1.77	3,639	1.4	SI	1	23,551	9.5
360	8,146	11,184	51,293	19,239	3,047	36,790	23.04	1.74	3,716	1.4	SI	1	23,957	9.4
370	8,205	11,237	52,718	19,341	3,047	37,553	23.52	1.70	3,793	1.3	SI	1	24,364	9.2
380	8,263	11,288	54,143	19,439	3,047	38,318	23.99	1.67	3,870	1.3	SI	1	24,771	9.1
390	8,320	11,338	55,568	19,535	3,047	39,075	24.47	1.63	3,947	1.3	SI	1	25,177	8.9
400	8,376	11,385	56,993	19,628	3,047	39,834	24.95	1.60	4,024	1.2	SI	1	25,583	8.8
410	8,431	11,431	58,417	19,719	3,047	40,592	25.42	1.57	4,100	1.2	SI	1	25,988	8.6
420	8,484	11,478	59,842	19,807	3,047	41,348	25.89	1.54	4,177	1.2	SI	1	26,394	8.5
430	8,537	11,519	61,267	19,892	3,047	42,103	26.37	1.52	4,253	1.1	SI	1	26,800	8.4
440	8,588	11,561	62,692	19,978	3,047	42,857	26.84	1.49	4,329	1.1	SI	1	27,205	8.3

Angulo 4														
350	8,086	11,130	49,855	25,510	3,047	39,206	24.55	1.63	3,960	1.4	SI	1	24,022	9.3
360	8,146	11,184	51,280	25,650	3,047	39,988	25.04	1.60	4,039	1.4	SI	1	24,432	9.2
370	8,205	11,237	52,704	25,785	3,047	40,768	25.53	1.57	4,118	1.3	SI	1	24,841	9.0
380	8,263	11,288	54,128	25,917	3,047	41,548	26.02	1.54	4,197	1.3	SI	1	25,250	8.9
390	8,320	11,338	55,553	26,045	3,047	42,323	26.50	1.51	4,275	1.3	SI	1	25,658	8.7
400	8,376	11,385	56,977	26,189	3,047	43,097	26.99	1.48	4,353	1.2	SI	1	26,066	8.6
410	8,431	11,431	58,402	26,290	3,047	43,889	27.47	1.46	4,431	1.2	SI	1	26,474	8.5
420	8,484	11,478	59,826	26,407	3,047	44,640	27.96	1.43	4,509	1.2	SI	1	26,882	8.4
430	8,537	11,519	61,251	26,521	3,047	45,409	28.44	1.41	4,587	1.1	SI	1	27,290	8.2
440	8,588	11,561	62,675	26,632	3,047	46,177	28.92	1.38	4,664	1.1	SI	1	27,697	8.1

Angulo 5														
350	8,086	11,130	49,838	31,883	3,047	42,384	26.54	1.51	4,281	1.4	SI	1	24,494	9.2
360	8,146	11,184	51,262	32,058	3,047	43,164	27.04	1.48	4,362	1.4	SI	1	24,906	9.0
370	8,205	11,237	52,686	32,228	3,047	43,961	27.54	1.45	4,442	1.3	SI	1	25,317	8.9
380	8,263	11,288	54,110	32,393	3,047	44,775	28.04	1.43	4,523	1.3	SI	1	25,728	8.7
390	8,320	11,338	55,534	32,562	3,047	45,587	28.54	1.40	4,603	1.3	SI	1	26,139	8.6
400	8,376	11,385	56,958	32,707	3,047	46,398	29.03	1.38	4,682	1.2	SI	1	26,550	8.5
410	8,431	11,431	58,382	32,858	3,047	47,144	29.52	1.35	4,762	1.2	SI	1	26,960	8.3
420	8,484	11,478	59,806	33,005	3,047	47,929	30.02	1.33	4,841	1.2	SI	1	27,370	8.2
430	8,537	11,519	61,230	33,147	3,047	48,712	30.51	1.31	4,920	1.1	SI	1	27,779	8.1
440	8,588	11,561	62,654	33,286	3,047	49,493	31.00	1.29	4,999	1.1	SI	1	28,189	8.0

ANEXO Nº C.2.f

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS PRIMARIAS CON CABLE DE GUARDA

POSTE DE MADERA 12m - C 6

ESTRUCTURA GRH-3 EDS Inicial = 18 %, 10 200 MPa

DATOS DEL POSTE				DATOS DEL CONDUCTOR			DATOS DEL AISLADOR		DATOS DE LA RETENIDA	
Tipo de Armado	GRH-3	Coef. del Material (K)	1	Sección (mm²)	120	Tipo de Aislador	SUSPENSIÓN 52/3	Angulo (°)	37	
Función	Retencion y/o Anclaje	Moment. de Inercia (cm⁴)	10,929	Diámetro (mm)	14.25	Longitud (mm)	146	Altura de Aplic. (m)	9.5	
Tipo de poste	12m - C 6	F. de Seguridad	3	Peso unitario (N/m)	3.27	Diámetro (mm)	254	Diametro Exterior (mm)	3.05	
Long. del poste (m)	12	Carga de Rotura (N)	6,670	Alt. Conductor 1 (m)	8.10	Peso (N)	50,96	Carga de Rotura (N)	30,920	
Long. de empot. (m)	1.8	Carga de Trabajo (N)	2,223	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.10	Fuerza Viento / Aislador (N)	12	Carga Critica Debido a la Cor	224,488	
Altura útil del poste (m)	10.2	Esfuerzo Máximo (MPa)	40,0	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.10	<b>DATOS GENERALES</b>				
Circunferencia. en la punta (cm)	43.0	Módulo de Elast. (MPa)	10,200	Alt. Cable de Guarda (m)	10.10	Peso de cruceta (N)	343	Veloc. del Viento (km/h)	90	
Circunferencia, línea de tierra (cm)	79.6	Peso del poste (N)	5,528	Diámetro del Cable de Guarda (mm)	6.35	Peso del Operario (N)	980	Presión del viento (N/m²)	333	
Sección de Empot.(cm²)	504			Peso unit. del Cable de Guarda (N/m)	0.9	Peso Extra (SE, Cap., etc) (N)	980	Costra de Hielo (mm)	10	

Vano Viento (m)	Tiro Cable de Guarda Condición Max. Esf. (N)	Tiro Conductor Horizontal Condición Max. Esf. (N)	MVC	MTC	MVP	MRN	R <sub>H</sub>	F.S.	F <sub>eq</sub>	F.S.	Requerim. de Retenida	Número de Retenidas	carga vertical total	F.S. Por Pandeo ≥2,0
			Momento debido a la carga del viento sobre el conductor (N-m)	Momento debido a la carga de los conductores (N-m)	Momento debido al Viento sobre la estructura (N-m)	Momento total en la estructura (N-m)	Esfuerzo del poste en la línea de empotramiento (Mpa)	Factor de Seguridad Esfuerzo S/Ret. ≥ 2,2	Fuerza Equiv. Punta (N)	F. S. Fuerza C/Retenida ≥ 2,2				

Angulo (°) :

390	11,615	15,996	0	506,028	3,047	254,536	159.40	0.25	25,711	2.6	SI	2	57,068	7.9
400	11,735	16,116	0	510,148	3,047	256,598	180.70	0.25	25,919	2.5	SI	2	57,667	7.8
410	11,853	16,233	0	514,171	3,047	258,609	161.95	0.25	28,122	2.5	SI	2	58,259	7.7
420	11,969	16,346	0	518,094	3,047	260,571	163.18	0.25	26,320	2.4	SI	2	58,843	7.6
430	12,084	16,456	0	521,926	3,047	262,487	164.38	0.24	26,514	2.4	SI	2	59,421	7.6
440	12,196	16,563	0	525,664	3,047	264,358	185.55	0.24	26,703	2.3	SI	2	59,991	7.5
450	12,307	16,667	0	529,315	3,047	266,181	166.70	0.24	26,887	2.3	SI	2	60,555	7.4
460	12,416	16,769	0	532,879	3,047	267,963	167.81	0.24	27,067	2.2	SI	2	61,113	7.3

ANEXO N° C.3.g

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS PRIMARIAS CON CABLE DE GUARDA

POSTE DE MADERA 12m - C 6

ESTRUCTURA G3A2-3-3 EDS Inicial = 18 %, 10 200 MPa

DATOS DEL POSTE				DATOS DEL CONDUCTOR			DATOS DEL AISLADOR			DATOS DE LA RETENIDA	
Tipo de Armado	G3A2-3-3	Coef. del Material (K)	1	Sección (mm²)	120	Tipo de Aislador	SUSPENSIÓN 52/3		Angulo (°)	37	
Función	Retencion y/o Anclaje	Moment. de Inercia (cm4)	10,929	Diámetro (mm)	14.25	Longitud (mm)	146	Altura de Aplic. (m)	9.5		
Tipo de poste	12m - C 6	F. de Seguridad	3	Peso unitario (N/m)	3.27	Diámetro (mm)	254	Diámetro Exterior (mm)	3.05		
Long. del poste (m)	12	Carga de Rotura (N)	6,670	Alt. Conductor 1 (m)	8.10	Peso (N)	50.96	Carga de Rotura (N)	30,920		
Long. de empot. (m)	1.8	Carga de Trabajo (N)	2,223	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.10	Fuerza Viento / Aislador (N)	12	Carga Crítica Debido a la Cor	224,488		
Altura útil del poste (m)	10.2	Esfuerzo Máximo (MPa)	40.0	Alt. Conductor 2 y 3 (m)	8.10	<b>DATOS GENERALES</b>					
Circunferencia. en la punta (cm)	43.0	Módulo de Elast. (MPa)	10,200	Alt. Cable de Guarda (m)	10.10	Peso de cruceta (N)	343	Veloc. del Viento (km/h)	90		
Circunferencia, línea de tierra (cm)	79.6	Peso del poste (N)	5,528	Diámetro del Cable de Guarda (mm)	6.35	Peso del Operario (N)	980	Presión del viento (N/m²)	333		
Sección de Empot.(cm²)	504			Peso unit. del Cable de Guarda (N/m)	0.9	Peso Extra (SE, Cap., etc) (N)	980	Costra de Hielo (mm)	10		

Vano Viento (m)	Tiro Cable de Guarda Condición Max. Esf. (N)	Tiro Conductor Horizontal Condición Max. Esf. (N)	MVC Momento debido a la carga del viento sobre el conductor (N-m)	MTC Momento debido a la carga de los conductores (N-m)	MVP Momento debido al Viento sobre la estructura (N-m)	MRN Momento total en la estructura (N-m)	R <sub>y</sub> Esfuerzo del poste en la línea de empotramiento (Mpa)	F.S. Factor de Seguridad Esfuerzo SI/Ret. ≥ 2.2	F <sub>eq</sub> Fuerza Equiv. Punta (N)	F.S. F. S. Fuerza C/Retenida ≥ 2.2	Requerim. de Retenida	Número de Retenidas	carga vertical total	F.S. Por Pandeo ≥ 2.0
<b>Angulo (°) :</b>														
300	10,441	14,744	0	483,747	3,047	155,598	32.48	0.62	15,717	5.0	SI	2	33,905	6.6
350	11,115	15,481	0	488,450	3,047	163,833	34.20	0.58	16,549	4.3	SI	2	35,618	6.3
400	11,735	16,116	0	510,148	3,047	171,065	35.71	0.56	17,279	3.8	SI	2	37,182	6.0
450	12,307	16,667	0	529,315	3,047	177,454	37.04	0.54	17,925	3.4	SI	2	38,621	5.8
500	12,834	17,149	0	548,347	3,047	183,131	38.23	0.52	18,498	3.1	SI	2	39,955	5.6
550	13,322	17,573	0	561,579	3,047	188,209	39.29	0.51	19,011	2.8	SI	2	41,200	5.4
600	13,775	17,949	0	575,291	3,047	192,780	40.24	0.50	19,473	2.6	SI	2	42,370	5.3
650	14,195	18,286	0	587,714	3,047	196,921	41.11	0.49	19,891	2.4	SI	2	43,476	5.2

ANEXO N° C.3

PRESTACIONES DE ESTRUCTURAS CON POSTE DE MADERA

Armado	Función	Angulo	Tipo de Poste	Calibre del conductor	Prestación por Separación Horizontal	Prestacion por Vano Viento C.M.E.	Prestacion por DMS Zona Plana	Cant. Ret.	Ang. Ret.	Observaciones
<b>EDS inicial 18%</b>										
GS1-3L	Alineamiento 0°-5°	0°	12 m-C6	120 mm <sup>2</sup>	320	185	170		-	
		3°		120 mm <sup>2</sup>	320	130	170		-	
		5°		120 mm <sup>2</sup>	320	100	170		-	
GA1-3L	Angulo 5°-30°	5°	12 m-C6	120 mm <sup>2</sup>	320	320	170	1	37°	
		20°		120 mm <sup>2</sup>	320	320	170	2	37°	
		30°		120 mm <sup>2</sup>	320	320	170	3	37°	
GA2-3	Angulo 30°-60°	30°	12 m-C6	120 mm <sup>2</sup>	600	600	85	3	37°	
		45°		120 mm <sup>2</sup>	600	600	85	5	37°	
		60°		120 mm <sup>2</sup>	600	600	85	6	37°	
GA3-3	Angulo 30°-60°	60°	12 m-C6	120 mm <sup>2</sup>	600	600	85	6	37°	
		75°		120 mm <sup>2</sup>	600	600	85	6	37°	
		90°		120 mm <sup>2</sup>	600	600	85	6	37°	
GR3-3L	Anclaje		12 m-C6	120 mm <sup>2</sup>	320	185	135	6	37°	
GSH-3	Alineamiento 0°-5°	0°	2x12 m-C6	120 mm <sup>2</sup>	660	385	165			
		3°		120 mm <sup>2</sup>	660	370	165			
		5°		120 mm <sup>2</sup>	660	360	165			
GRH-3	Anclaje		2x12 m-C6	120 mm <sup>2</sup>	660	460	165	6	37°	
G3A2-3	Anclaje		3x12 m-C6	120 mm <sup>2</sup>	1020	650	155	6	37°	

Cim. Con Material Propio - Poste de Madera de 12 m-Clase 6

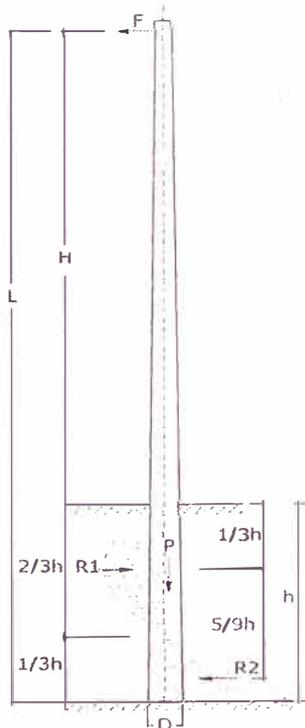
Para este desarrollo se va a emplear dos metodologías que comúnmente son utilizadas para el diseño de la cimentación de postes de madera directamente enterrada.

Datos Generales:

- Diámetro del poste en la base (D) : 23.04 cm
- Longitud del poste (L) : 12 m
- Carga de rotura (Cr) : 6670 N
- Peso vertical total (Wt) : 4557.8 N
- Peso del poste (Wp) : 3727.8 N
- Peso total de conductores, cable de guarda (Pc) : 330 N
- Peso extra (aisladores, crucetas, retenidas, etc) (Pe) : 500 N
- Fuerza horizontal (Tiro de conductores) (F) : 2223.333 N
- Por estar dentro de un área sísmica, dá a origen a las siguientes fuerzas:
- Fuerza horizontal por sismo (0,3g) aplicada a H/2 de la superficie (Fsh) : 493.65 N
- Fuerza vertical por sismo (0,3g) (Fsv) : 1303.341 N

**Metodología 1: Análisis de los Esfuerzos Generados**

La distribución de esfuerzos generados cuando un poste es enterrado, es la que se muestra en la figura, la recomendación que se tiene para la longitud de enterramiento con material propio en postes de madera es la décima parte de la longitud del poste más 0,60 m (para terrenos regulares).



Tipo I	
Longitud de empotramiento (h)	1.80 m
Altura útil del poste, 0,30 m de la punta (H)	9.90 m

- Verificación de paredes Laterales

Como el sistema se encuentra en equilibrio se debe cumplir que:

$$\sum F_h = 0 \qquad \sum M_o = 0$$

$$F - R_1 + R_2 = 0; R_2 = R_1 - F \qquad \dots(1)$$

$$F*(H + 2*h/3) - R_1*(h/3) - R_2*(2*h/9) = 0 \qquad \dots(2)$$

$$\text{De (1): } R_1 = F/(5h)*(9H + 8h) \qquad \dots(3)$$

$$\text{De (2): } R_2 = F/(5H)*(9H+3h) \qquad \dots(4)$$

**Tipo I:**

Reacción 1 (R1) = 31245.31 N

Reacción 2 (R2) = 29021.98 N

$$\sigma_2 = R_2 / A_2 \qquad \sigma_2 = 2.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_1 = R_1 / A_1 \qquad \sigma_1 = 1.11 \text{ kg/cm}^2$$

Además:  $A_1 = D*h*2/3$  ;  $A_2 = D*h/3$

La capacidad portante del material propio debidamente compactado es de 3 kg/cm<sup>2</sup>

Finalmente:

$$\sigma_1 = 1.11 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_t = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 2.06 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_t = 3 \text{ kg/cm}^2$$

**Tipo II:**

Reacción 1 (R1) = 37603.05 N       $\sigma_2 = R_2 / A_2$        $\sigma_2 = 3.01 \text{ kg/cm}^2$

Reacción 2 (R2) = 35379.72 N       $\sigma_1 = R_1 / A_1$        $\sigma_1 = 1.60 \text{ kg/cm}^2$

Además:  $A_1 = D*h*2/3$  ;  $A_2 = D*h/3$

La capacidad portante del material propio debidamente compactado es de 4 kg/cm<sup>2</sup>

Finalmente:

$$\begin{array}{rcl} \sigma_1 & = & 1.60 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_2 & = & 3.01 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \sigma t = 4 \text{ kg / cm}^2 \\ \sigma t = 4 \text{ kg / cm}^2 \end{array}$$

**Verificación por punzonamiento:**

Para la fuerza Vertical se considera la resistencia horizontal igual a : 0.5  $\sigma_{\text{terreno}}$

$$\begin{array}{rcl} A_3 = D^2 \cdot \pi / 4 = & 416.92 & \text{cm}^2 \\ \sigma_{\text{terreno}} = Wt / A_3 = & 1.43 & \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_v = & 2.87 & \text{kg/cm}^2 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \text{Esfuerzo vertical local actuante} \\ \text{OK} \end{array}$$

**ANEXO N° C.5**  
**CALCULO DEL BLOQUE DE LA RETENIDA INCLINADA PARA TORRECILLAS MODULARES**  
**PARA LA CARGA MÁXIMA APLICADA**

**Datos**

Fuerza Equivalente en la Punta: 21315 N  
 Angulo de la Retenida ( $\alpha$ ): 37°  
 Densidad del Suelo: 1600 kg/m<sup>3</sup> (15.7 kN/m<sup>3</sup>)  
 Coeficiente de Fricción ( $\mu$ ): 0.3

Tomamos un predimensionamiento del dado de anclaje,

Largo = 0.50 m  
 Ancho = 0.50 m  
 Alto = 0.20 m

y una altura  $h_b$  de profundidad del macizo:

$h_b = 2.00$  m

**Resultados**

Así, de acuerdo al gráfico tenemos:

$$Fret = F / \sin \alpha \quad Fret = 35418 \text{ N}$$

Para calcular el área achurada del bloque de retenida:

Longitud bc = 0.40 m      Longitud ac = 0.30 m

$$\text{Area del } \triangle abc = 0.060 \text{ m}^2$$

Longitud bf = 1.51 m      entonces, el área  $\triangle bef = 1.507 \text{ m}^2$

Longitud cf = 1.91 m

$$\text{Area lateral bloque de retenida} = \square cd - \triangle fb - \triangle abc - \text{Area dado anclaje} = 2.15 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso de macizo de tierra} = \text{Densidad suelo} \times \text{Area lateral} \times \text{ancho} = 16.84 \text{ kN} \Rightarrow \text{Peso Total} = 18.01 \text{ kN}$$

$$\text{Peso del dado de concreto} = 1.18 \text{ kN}$$

Del gráfico se tiene que  $W_t$  se divide en la fuerza A, paralela al plano de apoyo del macizo de relleno y B, perpendicular al mismo.

$$A = 14.39 \text{ kN}$$

$$B = 10.84 \text{ kN}$$

Tenemos además, como fuerza estabilizadora, la fuerza de fricción de las paredes del entorno del relleno,

con el suelo existente  $\Rightarrow$  La fricción lateral es,  $\gamma \times H_b = 31.39 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Fuerza lateral} = \gamma \times H \times \text{Area Lateral}$$

$$\text{Fuerza lateral} = 67.36 \text{ kN}$$

$$\text{Fuerza de Fricción Estabilizadora Lateral} = 2 \times \text{Fuerza lateral} \times \text{Coef. Fricción} = 2 \times F_l \times \mu = 40.41 \text{ kN}$$

La fuerza resistente total que equilibrará la tensión en el cable de la retenida será:

$$F_r = A + (\mu \times B) + 2 \times \mu \times F_l = 58.05 \text{ kN}$$

Donde A es la componente del peso del macizo en el plano de apoyo del mismo, u x B es la fuerza de fricción en dicho plano y el último término, la fuerza de fricción de las paredes laterales.

Tomamos un factor de seguridad  $Fr / Fret \geq 1,50$

$$Fr / Fret = 1.64 \quad \text{Conforme con el factor de seguridad.}$$

Las dimensiones del bloque de concreto y retenida son suficientes y están de acuerdo a las normas DGE

**Acero de Refuerzo**

Para el bloque de concreto utilizaremos acero mínimo según se especifica en el Reglamento Nacional de Construcciones, y que debe ser:

$$A_s = 0,0018 \times b \times c = 1.80 \text{ cm}^2 \text{ es el área de requerimiento del acero.}$$

Consideramos: 4 varillas de diámetro 3/8" tendremos: 2.9 cm<sup>2</sup> lo cual es conforme.

Estas varillas se colocarán en la zona donde el dado trabaja en tracción y a cada 10 cm, y tendrán 5 cm de recubrimiento desde la cara superior del dado.

Nota: La resultante de la fuerza aplicada en la punta es menor que las fuerzas aplicadas para las cuales se hizo el análisis de la cimentación de postes. Sin embargo, la resultante vertical es mayor y por ello se hace la comprobación a continuación para el peor caso.

Para el poste de 13m clase 5, incluyendo conductores y accesorios, tenemos el peso total:

$$W_t = 10554 \text{ N} \quad \text{le agregamos la componente vertical de la retenida:}$$

$$\text{Componente Vertical Retenida: } 28286 \text{ N}$$

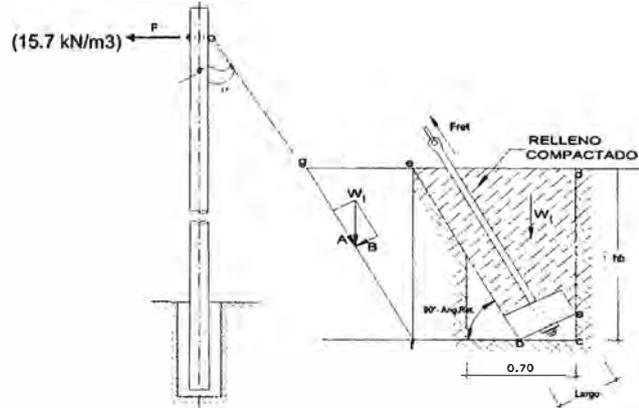
$$\text{Fuerza Total Vertical: } 38840 \text{ N}$$

$$A_3 = D^2 \cdot \pi / 4 = 630.353 \text{ cm}^2$$

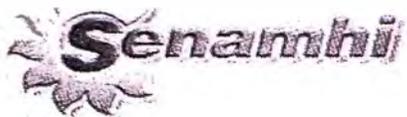
$$\sigma = F_{vt} / A_3 = 6.16 \text{ dN/cm}^2$$

$$\sigma < 0,5 \sigma = 4,90 \text{ dN/cm}^2$$

Por lo tanto los esfuerzos resistores son mayores y el diseño es conforme.



**ANEXO D**  
**CONDICIONES CLIMATICAS**



## OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA



ESTACION : ANANEA / 000826 / DRE-13

PARAMETRO : TEMPERATURA MEDIA MENSUAL ( °C)

LAT. : 14 ° 40 ' "S"

DPTO. : PUNO

LONG. : 69 ° 32 ' "W"

PROV : SANDIA

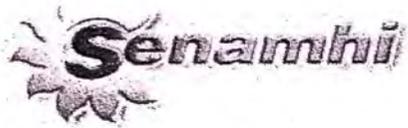
ALT. : 4660 msnm

DIST. : CUYOCUYO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2006	4.1	5.0	4.9	4.7	4.2	3.5	3.5	3.6	4.4	4.6	4.9	5.1
2007	5.6	5.0	4.5	5.1	4.9	4.3	3.2	4.4	3.3	4.4	5.1	4.2
2008	3.7	4.0	3.9	4.3	3.7	3.2	3.1	4.1	3.9	4.1	4.9	4.3
2009	4.3	4.7	4.8	4.7	4.6	3.9	4.1	4.1	4.6	5.0	5.2	5.2
2010	5.1	5.3	5.2	5.4	5.0	4.8	4.4	4.6	4.9	4.8	5.2	5.0

S/D= Sin Dato  
T = Traza

INFORMACION PREPARADA PARA : CORPORACION ENERGY S.A.  
LIMA . 11 DE ABRIL DEL 2011



## OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA



ESTACION : ANANEA / 000826 / DRE-13

PARÁMETRO : TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL ( °C)

LAT. : 14 ° 40 ' "S"

DPTO. : PUNO

LONG. : 69 ° 32 ' "W"

PROV. : SANDIA

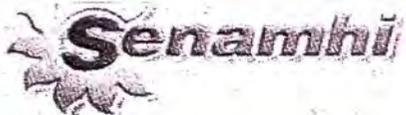
ALT. : 4660 msnm

DIST. : CUYOCUYO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2006	9.5	10.5	10.6	10.6	10.9	10.1	10.4	10.7	10.7	10.6	10.3	10.1
2007	10.6	10.0	9.5	10.1	11.2	11.7	10.4	11.3	8.7	10.3	10.2	9.4
2008	8.5	9.4	9.3	9.9	9.7	10.1	10.5	11.2	10.4	10.3	11.1	9.9
2009	9.5	10.0	10.2	10.1	10.5	10.3	10.1	10.8	11.1	11.5	10.4	9.9
2010	10.0	10.7	10.7	10.9	11.2	11.7	11.6	11.8	11.5	10.6	11.0	10.1

S/D= Sin Dato  
T = Traza

INFORMACION PREPARADA PARA : CORPORACION ENERGY S.A.  
LIMA . 11 DE ABRIL DEL 2011



## OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA



ESTACION : ANANEA / 000826 / DRE-13

PARAMETRO : TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL ( °C)

LAT. : 14 ° 40' "S"

DPTO. : PUNO

LONG. : 69 ° 32' "W"

PROV. : SANDIA

ALT. : 4660 msnm

DIST. : CUYOCUYO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2006	-0.1	0.0	-0.3	-1.8	-3.1	-3.1	-4.6	-4.4	-3.9	-5.0	-3.3	-4.1
2007	-4.1	-3.5	-4.5	-3.5	-4.9	-5.2	-4.0	-3.5	-3.4	-2.0	-1.2	-1.2
2008	-0.8	-1.9	-1.3	-1.6	-3.0	-3.8	-4.2	-3.3	-3.7	-2.3	-3.0	-2.1
2009	-1.8	-1.5	-2.4	-2.0	-1.8	-4.1	-3.3	-4.1	-2.8	-2.6	-2.1	-0.8
2010	-1.2	-0.8	-1.3	-1.7	-1.9	-3.0	-4.1	-4.5	-3.1	-1.5	-1.8	-1.0

S/D= Sin Data  
T = Traza

INFORMACION PREPARADA PARA : CORPORACION ENERGY S.A  
LIMA , 11 DE ABRIL DEL 2011



## OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : 000826 / ANANEA/DRE-13  
PARAMETRO : DIRECCION Y VELOCIDAD MAXIMA ABSOLUTA  
DEL VIENTO REGISTRADA EN EL MES (m/s)

LONG : 69° 32'4,3 "W  
LAT : 14° 40'43,4 "S  
ALT : 4660 msnm

DPTO. : PUNO  
PROV. : SANDIA  
DIST. : CUYOCUYO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2006	NE-6.00	N-6.00	NW-6.00	S-7.00	N-6.00	N-6.00	E-6.00	SW-6.00	NW-6.00	S-8.00	NW-8.00	S-6.00
2007	NW-6.00	SE-6.00	SE-6.00	N-6.00	E-8.00	NE-6.00	W-8.00	W-8.00	N-7.00	NW-7.00	N-7.00	N-6.00
2008	N-8.00	NE-7.00	NE-8.00	N-8.00	NE-6.00	NW-7.00	NE-6.00	N-6.00	N-8.00	W-8.00	NE-8.00	N-8.00
2009	NE-6.00	NE-6.00	E-8.00	NE-8.00	W-8.00	SE-6.00	W-8.00	N-8.00	N-8.00	S-6.00	S-8.00	S-8.00
2010	S-8.00	SE-7.00	NW-7.00	NW-6.00	W-8.00	S-6.00	W-6.00	SW-6.00	N-8.00	SE-8.00	SE-8.00	E-6.00

S/D = Sin Data

INFORMACION PREPARADA PARA CORPORACION ENERGY S.A  
LIMA 11 DE ABRIL DE 2011



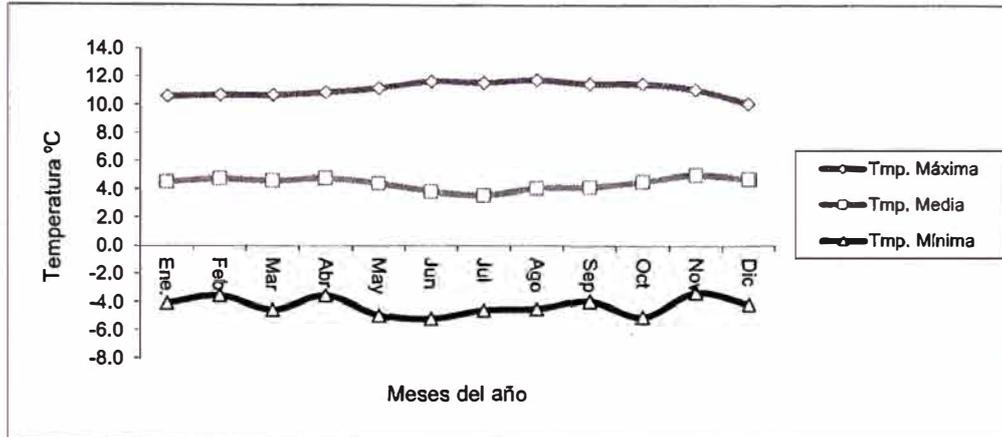
**ANEXO N° D.2.b**  
**OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMATICA- SENAMHI**

Estación: 000826 / ANANEA / DRE-13  
Parametro: Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

Long.: 69° 32' 4,3"W  
Lat.: 14°40'43,4 "S"  
Alt.: 4660 msnm

Dpto.: Puno  
Prov.: San Antonio de Putina  
Dist.: Ananea

**TEMPERATURA MINIMA, MEDIA Y MAXIMA MENSUAL**

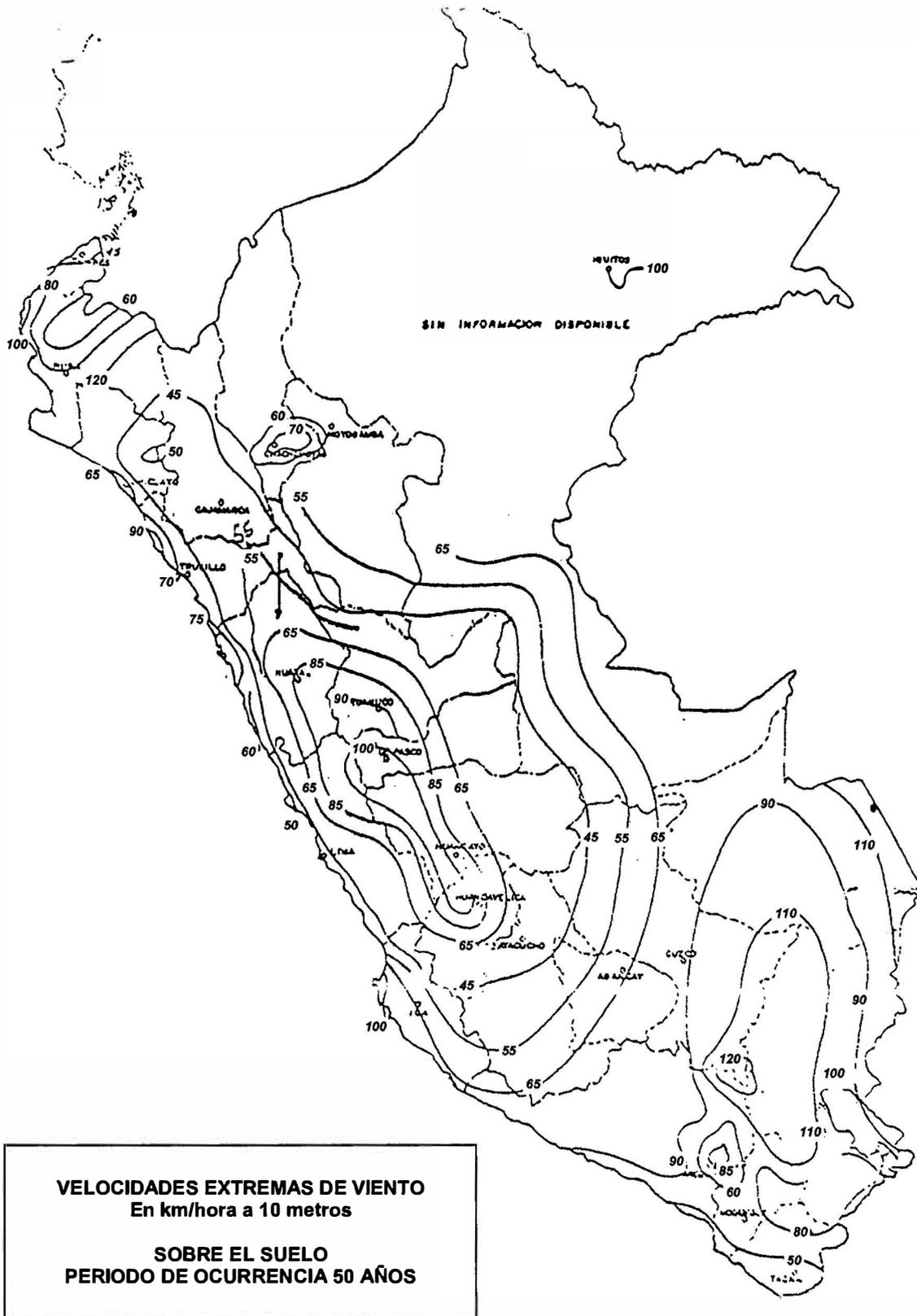


AÑO	Temperatura	Ene.	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2006	Máxima	9.5	10.5	10.6	10.6	10.9	10.1	10.4	10.7	10.7	10.6	10.3	10.1
	Media	4.1	5.0	4.9	4.7	4.2	3.5	3.5	3.6	4.4	4.6	4.9	5.1
	Mínima	-0.1	0.0	-0.3	-1.8	-3.1	-3.1	-4.6	-4.4	-3.9	-5.0	-3.3	-4.1
2007	Máxima	10.6	10.0	9.5	10.1	11.2	11.7	10.4	11.3	8.7	10.3	10.2	9.4
	Media	5.6	5.0	4.5	5.1	4.9	4.3	3.2	4.4	3.3	4.4	5.1	4.2
	Mínima	-4.1	-3.5	-4.5	-3.5	-4.9	-5.2	-4.0	-3.5	-3.4	-2.0	-1.2	-1.2
2008	Máxima	8.5	9.4	9.3	9.9	9.7	10.1	10.5	11.2	10.4	10.3	11.1	9.9
	Media	3.7	4.0	3.9	4.3	3.7	3.2	3.1	4.1	3.9	4.1	4.9	4.3
	Mínima	-0.8	-1.9	-1.3	-1.6	-3.0	-3.8	-4.2	-3.3	-3.7	-2.3	-3.0	-2.1
2009	Máxima	9.5	10.0	10.2	10.1	10.5	10.3	10.1	10.8	11.1	11.5	10.4	9.9
	Media	4.3	4.7	4.8	4.7	4.6	3.9	4.1	4.1	4.6	5.0	5.2	5.2
	Mínima	-1.8	-1.5	-2.4	-2.0	-1.8	-4.1	-3.3	-4.1	-2.8	-2.6	-2.1	-0.8
2010	Máxima	10.0	10.7	10.7	10.9	11.2	11.7	11.6	11.8	11.5	10.6	11.0	10.1
	Media	5.1	5.3	5.2	5.4	5.0	4.8	4.4	4.6	4.9	4.8	5.2	5.0
	Mínima	-1.2	-0.8	-1.3	-1.7	-1.9	-3.0	-4.1	-4.5	-3.1	-1.5	-1.8	-1.0
Total	Máxima	10.6	10.7	10.7	10.9	11.2	11.7	11.6	11.8	11.5	11.5	11.1	10.1
	Media	4.6	4.8	4.7	4.8	4.5	3.9	3.7	4.2	4.2	4.6	5.1	4.8
	Mínima	-4.1	-3.5	-4.5	-3.5	-4.9	-5.2	-4.6	-4.5	-3.9	-5.0	-3.3	-4.1

Temperatura	2006	2007	2008	2009	2010	Obt.
Máxima	10.9	11.7	11.2	11.5	11.8	11.8
Media	4.4	4.5	3.9	4.6	5.0	4.5
Mínima	-5.0	-5.2	-4.2	-4.1	-4.5	-5.2

## ANEXO N° D.3

### MAPA EÓLICO DEL PERÚ



## ANEXO N° D.5

### VIENTOS MÁXIMOS SEGÚN EL CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD ZONIFICACIÓN DE VELOCIDAD DE VIENTO

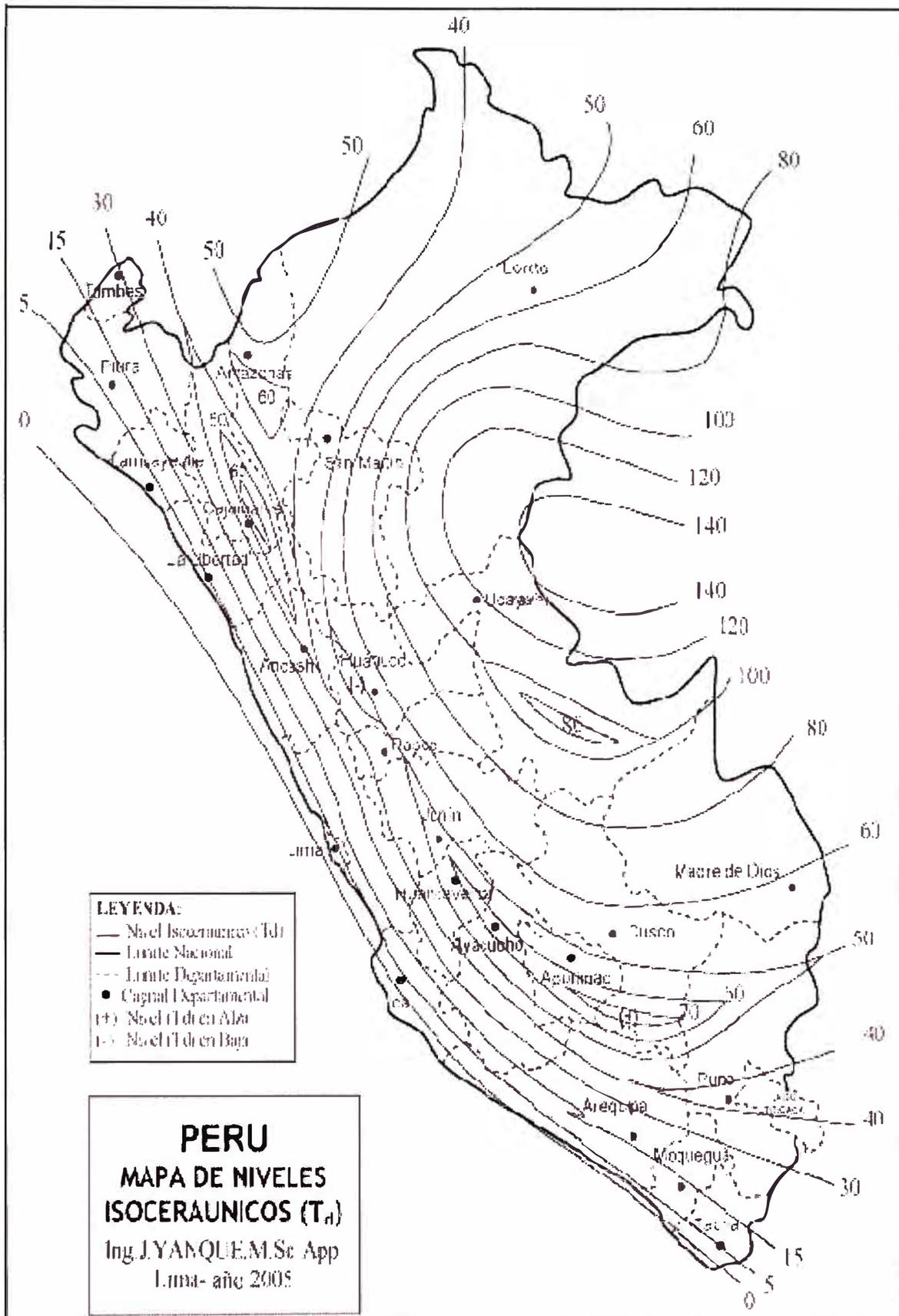


MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD



Zonificación	Velocidad del Viento
ZONA A	70 km/h
ZONA B	80 km/h
ZONA C	90 km/h

ANEXO D.6



**ANEXO E**  
**CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA Y COORDINACIÓN DE LA**  
**PROTECCIÓN**

## ANEXO N° E.1

### CÁLCULO DE RESISTIVIDAD Y PUESTA A TIERRA LINEA PRIMARIA 22,9kV: SE ANANEA - DERIVACION ORIENTAL

<b>Datos de Jabalina</b>	<b>Tratamiento de Pozos a Tierra</b>	
Longitud (m): 2.40	% de Reducción @	
Diámetro (m): 0.015875	Sin Tratamiento 0%	
Distancia entre Jabalinas: 5	Cemento Conductivo 80%	

Resistividad Aparente:

$$\rho_a = \frac{L \rho_1 \rho_2}{\rho_2 h_1 + \rho_1 (L - h_1)}$$

PAT-3 (n=3)

$$R_n = \frac{\rho_a}{2\pi \times L \times n} \left( L n \frac{+L}{b} - 1 + \frac{L}{D} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{\sin \frac{\pi i}{n}} \right)$$

Resistividad de Diseño:

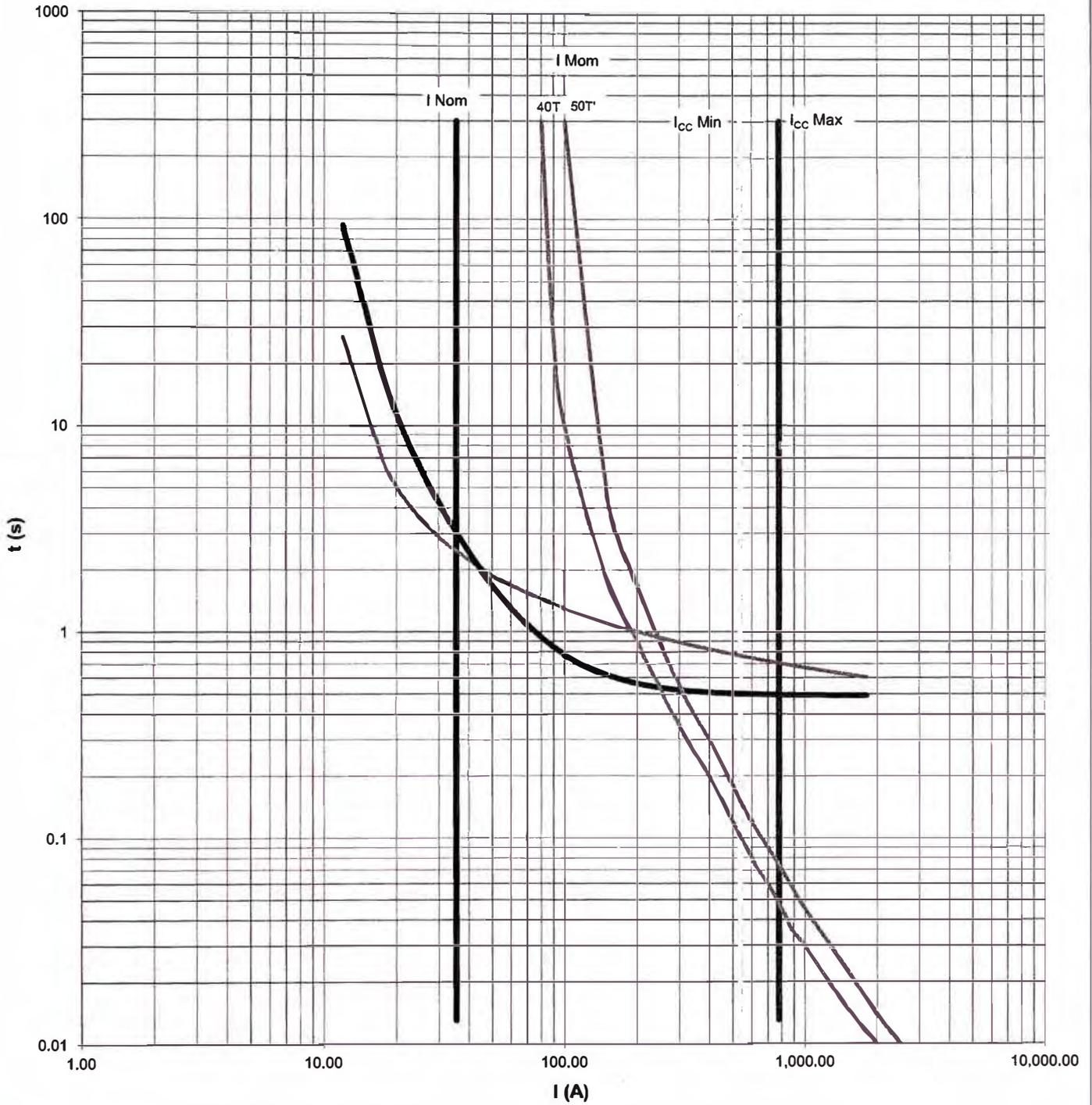
$$\rho_d = (1 - R\%) \rho_a$$

Ítem (m)	Estructura (m)	Mediciones de Campo			Modelo de 2 estratos (*)			Resistividad			Comentario
		a=2 (m)	a=4 (m)	a=8 (m)	h1 (m)	ρ1 (Ωm)	ρ2 (Ωm)	ρa (Ωm)	ρd (Ωm)	PAT-3 (Ω)	
1	1	110.34	90.39	51.56	2.00	100.28	551.83	116.12	116.12	18.80	
2	2	182.50	157.80	160.90	2.00	183.37	512.27	205.34	205.34	33.25	Requiere Tratamiento
3	6	100.30	130.60	90.36	2.00	100.41	120.54	103.28	103.28	16.72	
4	9	120.35	121.40	90.96	2.00	100.29	120.72	103.20	103.20	16.71	
5	11	160.40	130.00	90.56	2.39	180.13	80.21	179.20	179.20	29.01	Requiere Tratamiento
6	15	110.17	101.40	40.70	3.76	121.11	222.00	96.31	96.31	15.59	
7	17	120.45	100.60	40.55	2.50	120.75	60.21	126.03	126.03	20.40	
8	24	128.50	180.00	50.19	3.00	132.16	110.34	139.03	139.03	22.51	
9	27	133.20	120.50	52.40	2.00	147.35	148.00	147.46	147.46	23.87	
10	30	180.18	170.04	55.22	3.23	180.56	140.04	200.64	200.64	32.48	Requiere Tratamiento
11	33	130.30	150.81	80.19	2.00	120.56	170.82	126.78	126.78	20.53	
12	36	130.81	170.16	170.13	2.00	130.31	190.10	137.52	137.52	22.26	
13	40	110.93	70.00	22.30	2.20	110.89	120.32	111.62	111.62	18.07	
14	43	90.80	90.60	90.41	2.46	110.89	120.34	110.67	110.67	17.92	
15	48	140.30	140.66	120.86	2.40	114.36	110.47	114.36	114.36	18.52	
16	50	110.50	140.00	130.02	2.00	120.33	150.05	124.44	124.44	20.15	
17	54	100.42	160.38	130.52	2.13	120.82	120.88	120.83	120.83	19.56	
18	58	130.10	120.39	83.00	3.10	130.32	90.80	149.27	149.27	24.17	
19	62	140.48	90.42	51.08	4.03	120.33	66.50	267.26	267.26	43.27	Requiere Tratamiento
20	65	130.70	92.32	51.13	2.48	140.35	80.81	143.88	143.88	23.30	
21	69	150.58	92.50	50.45	2.31	171.24	110.19	167.75	167.75	27.16	Requiere Tratamiento
22	73	140.02	92.86	50.65	2.25	150.14	120.43	147.86	147.86	23.94	
23	76	150.60	93.00	51.09	2.34	160.94	110.73	159.14	159.14	25.76	Requiere Tratamiento
24	79	120.51	94.28	52.77	2.00	120.39	140.24	123.30	123.30	19.96	
25	80	130.17	95.11	52.52	2.00	150.94	110.91	142.38	142.38	23.05	
26	84	120.50	92.77	50.93	2.40	120.62	50.17	120.62	120.62	19.53	
27	87	120.01	110.43	52.86	6.80	110.50	129.00	87.50	87.50	14.17	
28	91	130.21	100.17	50.37	2.00	140.20	120.26	136.43	136.43	22.09	
29	95	140.05	120.47	50.94	2.70	143.71	110.54	149.31	149.31	24.17	
30	99	110.17	120.47	51.58	2.00	147.00	197.00	153.49	153.49	24.85	
31	102	130.29	120.55	51.86	2.40	130.64	58.00	130.64	130.64	21.15	
32	105	120.67	116.97	52.06	2.00	100.51	80.62	96.54	96.54	15.63	
33	109	190.60	130.52	51.62	2.00	140.81	60.10	115.06	115.06	18.63	
34	112	170.04	150.00	81.88	3.22	170.69	90.65	244.43	244.43	39.57	Requiere Tratamiento
35	115	170.87	140.00	74.00	2.40	210.10	1.76	210.10	210.10	34.02	Requiere Tratamiento
36	119	160.41	170.00	90.36	8.21	160.31	155.33	173.80	173.80	28.14	Requiere Tratamiento
37	122	140.80	180.80	119.90	2.00	139.57	140.56	139.73	139.73	22.62	
38	126	167.10	150.00	118.90	2.40	171.71	42.46	171.71	171.71	27.80	Requiere Tratamiento

Notas:

(\*) Datos obtenido con el software CYMGRD de Cyme.

**ANEXO N° E.2**  
**Curvas de Fusibles y Corrientes de Cortocircuito para la Coordinación la LT**  
**22.9kV Ananea - Derivación Oriental - Llactapata**



$I_{cc max}$ 
  $I_n (max)$ 
  $I_{cc min}$ 
 Mod Inversa
  Muy Inversa
  40T : Fusión
  50T : Fusión

**ANEXO F**  
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

## Obras Civiles y Montaje Electromecánico

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO :** LINEA PRIMARIA 22,9kV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL  
**PARTIDA :** Replanteo topográfico y ubicación de postes  
**UNIDAD :** km  
**RENDIMIENTO :** 4 km/día  
**PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS** 74% CALIFICADA 26% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Estaca, wincha metálica de 50 m., yeso, cordel, pintura, etc., útiles y equipos de gabinete)	%MO	5.00	165.82	8.29	039
Sub-total				8.29	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Ingeniero de Líneas Primarias	1.00 h-h	2.00	27.09	54.18	047
Técnico especialista en dibujo por computador:	0.50 h-h	1.00	13.12	13.12	047
Topógrafo Operador de Estación Total	1.00 h-h	2.00	16.40	32.80	047
Oficial	1.00 h-h	2.00	11.70	23.40	047
Peón	2.00 h-h	4.00	10.58	42.32	047
Sub-total				165.82	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camioneta Rural 4x4 de 135 HP	0.25 h-m	0.50	82.62	41.31	049
Equipo de Estación Total y accesorios (incluye	1.00 h-m	2.00	34.30	68.60	049
Equipo de Comunicación	2.00 h-m	4.00	2.45	9.80	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	165.82	8.29	048
Sub-total				128.00	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>302.11</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>111.89</b>	

**PARTIDA :** Ingeniería de Detalle de la Línea Primaria  
**UNIDAD :** km  
**RENDIMIENTO :** 3 km/día

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios de campo (Estaca, pintura, yeso, cordel, etc)	%MO	5.00	512.20	25.61	039
Útiles y Materiales de Gabinete	%MO	10.00	512.20	51.22	039
Sub-total				76.83	
<b>PERSONAL PROFESIONAL</b>					
Ingeniero Especialista en Análisis y Diseño de l	1.00 h-h	2.67	27.09	72.33	047
Especialista en Coordinación de Protección	0.75 h-h	2.00	27.09	54.18	047
Especialista en cimentaciones y cálculos de es	0.75 h-h	2.00	27.09	54.18	047
Ingeniero Especialista en Costos y Presupuest	0.75 h-h	2.00	27.09	54.18	047
Especialista en Geotécnica	1.00 h-h	2.67	27.09	72.33	047
Ing. Asistente en líneas Primarias	1.00 h-h	2.67	17.73	47.34	047
Técnico especialista en dibujo por computador:	0.75 h-h	2.00	13.12	26.24	047
Topógrafo Operador de Estación Total y Teodo	1.00 h-h	2.67	16.40	43.79	047
Oficial	1.00 h-h	2.67	11.70	31.24	047
Peón	2.00 h-h	5.33	10.58	56.39	047
Sub-total				512.20	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camioneta Rural 4x4 de 135 HP	0.50 h-m	1.33	82.61	109.87	049
Equipo de Estación Total y Accesorios (incluye	1.00 h-m	2.67	34.30	91.58	049
Equipo de Comunicación	3.00 h-m	8.00	2.45	19.60	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	512.20	25.61	048
Sub-total				246.66	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>835.69</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>309.51</b>	

**PARTIDA :** Transporte de postes y materiales de almacén a punto de izaje  
**UNIDAD :** Un.  
**RENDIMIENTO :** 15 Un/día  
**PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS** 100.00% CALIFICADA 0.0% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Estrobo, sogas, etc)	%	5.00	1.88	0.09	039
Sub-total				0.09	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.11	17.06	1.88	047
Sub-total				1.88	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.75 h-m	0.40	129.98	51.99	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	1.88	0.09	048
Sub-total				52.08	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>54.05</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>20.02</b>	

## Obras Civiles y Montaje Electromecánico

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO :** LINEA PRIMARIA 22,9kV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL  
**PARTIDA :** Excavación en Terreno Normal  
**UNIDAD :** m3  
**RENDIMIENTO :** 9 m3/día  
**PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS** 8% CALIFICADA 92% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Yeso, estacas, cordel, etc)	%	5.00	21.07	1.05	039
Sub-total				1.05	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.1	h-h	0.09	17.06	1.54
Peón	2	h-h	1.78	10.58	18.83
Sub-total				20.37	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.17	h-m	0.15	129.98	19.50
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	20.37	1.02	048
Sub-total				20.52	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>41.94</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>15.53</b>	

**PARTIDA :** Excavación en terreno roca fracturada  
**UNIDAD :** m<sup>3</sup>  
**RENDIMIENTO :** 12 m<sup>3</sup>/día  
**PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS** 58% CALIFICADA 42% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Yeso, estacas, cordel, etc)	%	5.00	17.07	0.85	039
Sub-total				0.85	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.1	h-h	0.07	17.06	1.19
Operario	1.0	h-h	0.67	13.12	8.79
Peón	1.0	h-h	0.67	10.58	7.09
Sub-total				17.07	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Compresor Neumático, perforador y barrenos	1.000	h-m	0.67	90.79	60.83
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.150	h-m	0.10	129.98	13.00
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	17.07	0.85	048
Sub-total				74.68	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>92.60</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>34.30</b>	

**PARTIDA :** Excavación en terreno rocoso  
**UNIDAD :** m<sup>3</sup>  
**RENDIMIENTO :** 5 m<sup>3</sup>/día  
**PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS** 41% CALIFICADA 59% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Yeso, estacas, cordel, etc)	%	5.00	57.58	2.88	039
Sub-total				2.88	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.1	h-h	0.16	17.06	2.73
Operario	1.0	h-h	1.60	13.12	20.99
Peón	2.0	h-h	3.20	10.58	33.86
Sub-total				57.58	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Compresor Neumático, perforador y barrenos (incluye Explosivos, fulminantes y mechas)	1.000	h-m	1.60	90.79	145.26
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.150	h-m	0.24	129.98	31.20
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	57.58	2.88	048
Sub-total				179.34	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>239.80</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>88.81</b>	

## Obras Civiles y Montaje Electromecánico

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : LINEA PRIMARIA 22.9KV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL

PARTIDA : Izado de postes de madera de 12m  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 12 Un/día  
 PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 85% CALIFICADA 15% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (estribo,soga,pintura, brochas, etc)	% MO	5.00	100.55	5.03	039
Sub-total				5.03	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.50 h-h	0.33	17.06	5.63	047
Operario	1.00 h-h	0.67	13.12	8.79	047
Oficial	2.00 h-h	1.33	11.70	15.56	047
Peón	10.00 h-h	6.67	10.58	70.57	047
Sub-total				100.55	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.70 h-m	0.47	129.98	61.09	049
Pluma de Izaje	1 h-m	0.67	17.99	12.06	049
Teodolito	1.00 h-m	0.67	9.80	6.57	049
Herramientas 5% de mano de obra	%	5.00	100.55	5.03	048
Sub-total				84.75	
<b>TOTAL</b>				<b>S/.</b>	<b>190.33</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$</b>	<b>70.49</b>

PARTIDA : Relleno y Compactación de postes de madera  
 UNIDAD : m<sup>3</sup>  
 RENDIMIENTO : 8 m<sup>3</sup> /día  
 PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 39% CALIFICADA 61% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Piedra Mediana de Cantera	m <sup>3</sup>	0.39	36.32	14.16	
Agua	m3	0.05	9.00	0.45	
Sub-total				14.61	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.10 h-h	0.10	17.06	1.71	047
Oficial	1.00 h-h	1.00	11.70	11.70	047
Peón	2.00 h-h	2.00	10.58	21.16	047
Sub-total				34.57	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.20 h-m	0.20	129.98	26.00	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	34.57	1.73	048
Sub-total				27.73	
<b>TOTAL</b>				<b>S/.</b>	<b>76.91</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$</b>	<b>28.49</b>

PARTIDA : Izado de postes de madera de 13m  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 10 Un/día  
 PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 84% CALIFICADA 16% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (estribo,soga,pintura, brochas, etc)	% MO	5.00	120.68	6.03	039
Sub-total				6.03	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.50 h-h	0.40	17.06	6.82	047
Operario	1.00 h-h	0.80	13.12	10.50	047
Oficial	2.00 h-h	1.60	11.70	18.72	047
Peón	10.00 h-h	8.00	10.58	84.64	047
Sub-total				120.68	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.80 h-m	0.64	129.98	83.19	049
Pluma de Izaje	1 h-m	0.80	17.99	14.40	049
Teodolito	1.00 h-m	0.80	9.80	7.84	049
Herramientas 5% de mano de obra	%	5.00	120.68	6.03	048
Sub-total				111.46	
<b>TOTAL</b>				<b>S/.</b>	<b>238.17</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$</b>	<b>88.21</b>

## Obras Civiles y Montaje Electromecánico

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

LINEA PRIMARIA 22,9kV ANAÑEA-DERIVACIÓN ORIENTAL

PARTIDA :

Instalacion de retenida Inclínada

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

13 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

56% CALIFICADA

44% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (soga,estrobo,etc)	% M.O.	5.00	29.41	1.47	039
Sub-total				1.47	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.10	h-h	0.06	17.06	1.02
Operario	1.00	h-h	0.62	13.12	8.13
Oficial	1.00	h-h	0.62	11.70	7.25
Peón	2.00	h-h	1.23	10.58	13.01
Sub-total				29.41	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.250	h-m	0.15	129.98	19.50
Tirfor 3 ton.	1.00	h-m	0.62	2.94	1.82
Escalera	1.00	h-m	0.62	1.47	0.91
Caja de herramientas	2.00	h-m	1.23	1.47	1.81
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	29.41	1.47	048
Sub-total				25.51	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>56.39</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>20.89</b>	

PARTIDA :

Relleno y compactación de retenida

UNIDAD :

m3

RENDIMIENTO :

8 m3/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

39% CALIFICADA

61% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Agua	m3	0.05	9.00	0.45	
Sub-total				0.45	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.10	h-h	0.10	17.06	1.71
Oficial	1.00	h-h	1.00	11.70	11.70
Peón	2.00	h-h	2.00	10.58	21.16
Sub-total				34.57	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.25	h-m	0.25	129.98	32.50
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	34.57	1.73	048
Sub-total				34.23	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>69.30</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>25.67</b>	

PARTIDA :

Montaje de Armado GS1-3

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

20.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

73% CALIFICADA

27% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	15.52	0.78	039
Sub-total				0.78	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20	h-h	0.08	17.06	1.36
Operario	1.00	h-h	0.40	13.12	5.25
Oficial	1.00	h-h	0.40	11.70	4.68
Peón	1.00	h-h	0.40	10.58	4.23
Sub-total				15.52	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50	h-m	0.20	129.98	26.00
Caja de herramientas	2.00	h-m	0.80	1.47	1.18
Escalera	1.00	h-m	0.40	1.47	0.59
Sub-total				27.77	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>44.07</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>16.32</b>	

**Obras Civiles y Montaje Electromecánico**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

LINEA PRIMARIA 22.9kV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL

PARTIDA :

Montaje de Armado GA1-3

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

10.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

57% CALIFICADA

43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	39.52	1.98	039
Sub-total				1.98	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.16	17.06	2.73	047
Operario	1.00 h-h	0.80	13.12	10.50	047
Oficial	1.00 h-h	0.80	11.70	9.36	047
Peón	2.00 h-h	1.60	10.58	16.93	047
Sub-total				39.52	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.40	129.98	51.99	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	1.60	1.47	2.35	037
Escalera	1.00 h-m	0.80	1.47	1.18	048
Sub-total				55.52	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>97.02</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>35.93</b>	

PARTIDA :

Montaje de Armado GR3-3

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

5.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

65% CALIFICADA

35% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	97.75	4.89	039
Sub-total				4.89	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.32	17.06	5.46	047
Operario	1.00 h-h	1.60	13.12	20.99	047
Oficial	2.00 h-h	3.20	11.70	37.44	047
Peón	2.00 h-h	3.20	10.58	33.86	047
Sub-total				97.75	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.80	129.98	103.98	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	3.20	1.47	4.70	048
Escalera	2.00 h-m	3.20	1.47	4.70	048
Sub-total				113.38	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>216.02</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>80.01</b>	

PARTIDA :

Montaje de Armado GA2-3

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

15.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

57% CALIFICADA

43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	26.35	1.32	039
Sub-total				1.32	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.11	17.06	1.88	047
Operario	1.00 h-h	0.53	13.12	6.95	047
Oficial	1.00 h-h	0.53	11.70	6.20	047
Peón	2.00 h-h	1.07	10.58	11.32	047
Sub-total				26.35	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.27	129.98	35.09	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	1.07	1.47	1.57	048
Escalera	1.00 h-m	0.53	1.47	0.78	048
Sub-total				37.44	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>65.11</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>24.11</b>	

## Obras Civiles y Montaje Electromecánico

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

LINEA PRIMARIA 22,9kV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL

PARTIDA :

Montaje de Armado GA3-3

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

6.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

57% CALIFICADA

43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	65.87	3.29	039
Sub-total				3.29	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20	h-h	0.27	17.06	4.61
Operario	1.00	h-h	1.33	13.12	17.45
Oficial	1.00	h-h	1.33	11.70	15.56
Peón	2.00	h-h	2.67	10.58	28.25
Sub-total				65.87	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50	h-m	0.67	129.98	87.09
Caja de herramientas	2.00	h-m	2.67	1.47	3.93
Escalera	1.00	h-m	1.33	1.47	1.96
Sub-total				92.98	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>162.14</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>60.05</b>	

PARTIDA :

Montaje de Armado GTS-3L

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

12.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

57% CALIFICADA

43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	32.92	1.65	039
Sub-total				1.65	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20	h-h	0.13	17.06	2.22
Operario	1.00	h-h	0.67	13.12	8.79
Oficial	1.00	h-h	0.67	11.70	7.84
Peón	2.00	h-h	1.33	10.58	14.07
Sub-total				32.92	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50	h-m	0.33	129.98	42.89
Caja de herramientas	2.00	h-m	1.33	1.47	1.96
Escalera	1.00	h-m	0.67	1.47	0.98
Sub-total				45.83	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>80.40</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>29.78</b>	

PARTIDA :

Conductor de Aleación de Aluminio de 120mm2

UNIDAD :

Km.

RENDIMIENTO :

4 km./día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

55% CALIFICADA

45% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Soga de manila	kg.	0.50	15.56	7.78	039
Soga de nylon	kg.	0.50	36.32	18.16	039
Materiales varios	%	5.00	564.88	28.24	039
Sub-total				54.18	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	1.00	h-h	2.00	17.06	34.12
Operario	4.00	h-h	8.00	13.12	104.96
Oficial	6.00	h-h	12.00	11.70	140.40
Peón	12.00	h-h	24.00	10.58	253.92
Topógrafo Operador de Teodolito	1.00	h-h	2.00	15.74	31.48
Sub-total				564.88	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	1.00	h-m	2.00	129.98	259.96
Tirfor 3 ton.	3.00	h-m	6.00	2.94	17.64
Poleas	20.00	h-m	40.00	2.45	98.01
Escalera	3.00	h-m	6.00	1.47	8.82
Caja de herramientas	2.00	h-m	4.00	1.47	5.88
Teodolito	1.00	h-m	2.00	9.80	19.60
Equipo de comunicación	4.00	h-m	8.00	2.45	19.60
Cable Guía	1.00	h-m	2.00	29.40	58.81
Equipo de Estación Total y accesorios	1.00	h-m	2.00	34.30	68.61
Winche de 3 Ton.	1.00	h-m	2.00	29.82	59.64
Freno hidráulico 3 Ton.	1.00	h-m	2.00	24.50	49.00
Caballote Alzabobina	1.00	h-m	2.00	15.68	31.36
Sub-total				696.93	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>1315.99</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>487.40</b>	

### Obras Civiles y Montaje Electromecánico

#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

LINEA PRIMARIA 22,9kV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL

PARTIDA :

Amortiguadores tipo Stockbridge para AAAC 120mm2

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

12.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

100% CALIFICADA

0% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	047 047
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	22.26	1.11	039
Sub-total				1.11	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.50 h-h	0.33	17.06	5.63	047
Operario	1.00 h-h	0.67	13.12	8.79	047
Oficial	1.00 h-h	0.67	11.70	7.84	047
Sub-total				22.26	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	1.00 h-m	0.67	1.47	0.98	048
Escalera	1.00 h-m	0.67	1.47	0.98	048
Sub-total				1.96	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>25.33</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>9.38</b>	

PARTIDA :

Cable de acero para cable de guarda

UNIDAD :

Km.

RENDIMIENTO :

4 km./día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

55% CALIFICADA

45% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Soga de manila	kg.	0.50	15.56	7.78	039
Soga de nylon	kg.	0.50	36.32	18.16	039
Materiales varios	%	5.00	564.88	28.24	039
Sub-total				54.18	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	1.00 h-h	2.00	17.06	34.12	047
Operario	4.00 h-h	8.00	13.12	104.96	047
Oficial	6.00 h-h	12.00	11.70	140.40	047
Peón	12.00 h-h	24.00	10.58	253.92	047
Topógrafo Operador de Teodolito	1.00 h-h	2.00	15.74	31.48	047
Sub-total				564.88	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	1.00 h-m	2.00	129.98	259.96	049
Tirfor 3 ton.	3.00 h-m	6.00	2.94	17.64	049
Poleas	20.00 h-m	40.00	2.45	98.01	049
Escalera	3.00 h-m	6.00	1.47	8.82	037
Caja de herramientas	2.00 h-m	4.00	1.47	5.88	037
Teodolito	1.00 h-m	2.00	9.80	19.60	049
Equipo de comunicación	4.00 h-m	8.00	2.45	19.60	037
Cable Guía	1.00 h-m	2.00	29.40	58.81	049
Equipo de Estación Total y accesorios	1.00 h-m	2.00	34.30	68.61	049
Winche de 3 Ton.	1.00 h-m	2.00	29.82	59.64	049
Freno hidráulico 3 Ton.	1.00 h-m	2.00	24.50	49.00	049
Caballete Alzabobina	1.00 h-m	2.00	15.68	31.36	049
Sub-total				696.93	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>1315.99</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>487.40</b>	

PARTIDA :

Medición de resistividad y resistencia de puesta a tierra

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

10 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

61% CALIFICADA

39% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	21.69	1.08	039
Sub-total				1.08	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.16	17.06	2.73	047
Operario	1.00 h-h	0.80	13.12	10.50	047
Peón	1.00 h-h	0.80	10.58	8.46	047
Sub-total				21.69	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camioneta Rural 4x4 de 135 HP	0.100 h-m	0.08	82.61	6.61	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	1.60	1.47	2.35	037
Medidor de resistencia de puesta a tierra	1.00 h-m	0.80	5.88	4.70	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	21.69	1.08	048
Sub-total				14.74	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>37.51</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>13.89</b>	

## Obras Civiles y Montaje Electromecánico

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

LINEA PRIMARIA 22,9kV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL

PARTIDA :

Instalación de puesta a tierra en postes de madera (cable de guarda)

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

9 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

73% CALIFICADA

27% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	34.58	1.73	039
Sub-total				1.73	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.18	17.06	3.07	047
Operario	1.00 h-h	0.89	13.12	11.68	047
Oficial	1.00 h-h	0.89	11.70	10.41	047
Peón	1.00 h-h	0.89	10.58	9.42	047
Sub-total				34.58	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.100 h-m	0.09	129.98	11.70	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	1.78	1.47	2.62	037
Escalera	1.00 h-m	0.89	1.47	1.31	048
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	34.58	1.73	048
Sub-total				17.36	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>53.67</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>19.88</b>	

PARTIDA :

Relleno, compactacion y tratamiento de puestas a tierra (25 ohm max)

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

6 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

73% CALIFICADA

27% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	51.69	2.58	039
Bentonita (bolsa de 30 Kg)		3.00	27.00	81	
Cemento Conductivo (bolsa de 11,1 Kg)		2.50	128.00	320	
Sub-total				403.58	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.27	17.06	4.61	047
Operario	1.00 h-h	1.33	13.12	17.45	047
Oficial	1.00 h-h	1.33	11.70	15.56	047
Peón	1.00 h-h	1.33	10.58	14.07	047
Sub-total				51.69	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.100 h-m	0.13	129.98	16.90	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	2.67	1.47	3.93	037
Escalera	1.00 h-m	1.33	1.47	1.96	048
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	51.69	2.58	048
Sub-total				25.37	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>480.64</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>178.01</b>	

PARTIDA :

Pruebas y Puesta en Servicio

UNIDAD :

km

RENDIMIENTO :

6 km/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

77% CALIFICADA

23% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	187.15	9.36	039
Sub-total				9.36	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	2.00 h-h	2.67	17.06	45.55	047
Operario	3.00 h-h	4.00	13.12	52.48	047
Oficial	3.00 h-h	4.00	11.70	46.80	047
Peón	3.00 h-h	4.00	10.58	42.32	047
Sub-total				187.15	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camioneta Rural 4x4 de 135 HP	1.00 h-m	1.33	82.61	109.87	049
Motosierra	1.00 h-m	1.33	5.39	7.17	037
Teodolito	1.00 h-m	1.33	9.80	13.04	037
Medidor de aislamiento eléctrico	1.00 h-m	1.33	5.88	7.82	049
Medidor de resistencia de puesta a tierra	1.00 h-m	1.33	5.88	7.82	049
Termometro de línea	1.00 h-m	1.33	2.94	3.91	049
Caja de herramientas	4.00 h-m	5.33	1.47	7.84	037
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	187.15	9.36	048
Sub-total				166.83	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>363.34</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>134.57</b>	

## Obras Civiles y Montaje Electromecánico

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO :** REHABILITACIÓN L P 22,9KV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL - LLACTAPATA  
**PARTIDA :** DESMONTAJE DE ARMADOS EXISTENTES (inc desmontaje, acopio y clasificación)  
**UNIDAD :** Un.  
**RENDIMIENTO :** 25.00 Un/día  
**PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS** 57% CALIFICADA 43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	15.73	0.79	039
Sub-total				0.79	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.06	17.06	1.02	047
Operario	1.00 h-h	0.32	13.12	4.20	047
Oficial	1.00 h-h	0.32	11.70	3.74	047
Peón	2.00 h-h	0.64	10.58	6.77	047
Sub-total				15.73	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.20 h-m	0.06	129.98	7.80	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	0.64	1.47	0.94	048
Escalera	1.00 h-m	0.32	1.47	0.47	048
Sub-total				9.21	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>25.73</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>9.53</b>	

**PARTIDA :** DESMONTAJE DE CONDUCTOR EXISTENTE 3 X 70 mm2  
**UNIDAD :** Km.  
**RENDIMIENTO :** 5 km./día  
**PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS** 57% CALIFICADA 43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Soga de manila	kg.	0.50	15.56	7.78	039
Soga de nylon	kg.	0.50	36.32	18.16	039
Material varios	%	5.00	392.87	19.64	039
Sub-total				45.58	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	1.00 h-h	1.60	17.06	27.30	047
Operario	4.00 h-h	6.40	13.12	83.97	047
Oficial	6.00 h-h	9.60	11.70	112.32	047
Peón	10.00 h-h	16.00	10.58	169.28	047
Sub-total				392.87	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	1.00 h-m	1.60	129.98	207.97	049
Poleas	20.00 h-m	32.00	2.45	78.41	049
Escalera	3.00 h-m	4.80	1.47	7.06	037
Caja de herramientas	2.00 h-m	3.20	1.47	4.70	037
Equipo de comunicación	4.00 h-m	6.40	2.45	15.68	037
Caballete Alzabobina	1.00 h-m	1.60	15.68	25.09	049
Sub-total				338.91	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>777.36</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>287.91</b>	

**PARTIDA :** CAMBIO DE POSTES DE MADERA 45/CLASE 5(inc excavacion,retiro,lzaje y cimentación)  
**UNIDAD :** Un.  
**RENDIMIENTO :** 7 Un/día  
**PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS** 84% CALIFICADA 16% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (estribo,soga,pintura, brochas, etc)	% MO	5.00	172.40	8.62	039
Sub-total				8.62	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.50 h-h	0.57	17.06	9.72	047
Operario	1.00 h-h	1.14	13.12	14.96	047
Oficial	2.00 h-h	2.29	11.70	26.79	047
Peón	10.00 h-h	11.43	10.58	120.93	047
Sub-total				172.40	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.80 h-m	0.91	129.98	118.28	049
Pluma de lzaje	1 h-m	1.14	17.99	20.51	049
Teodolito	1.00 h-m	1.14	9.80	11.17	049
Herramientas 5% de mano de obra	%	5.00	172.40	8.62	048
Sub-total				158.58	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>339.60</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>125.78</b>	

## Obras Civiles y Montaje Electromecánico

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

REHABILITACIÓN L P 22,9KV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL - UNTUCA - LLACTAPATA

PARTIDA :

REUBICACION DE POSTES DE MADERA EXISTENTES(Inc excavacion,retiro,excav,izaje y cimentación

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

7 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

84% CALIFICADA

16% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (estribo,soga,pintura, brochas, etc)	% MO	5.00	172.40	8.62	039
Sub-total				8.62	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.50	h-h	0.57	17.06	047
Operario	1.00	h-h	1.14	13.12	047
Oficial	2.00	h-h	2.29	11.70	047
Peón	10.00	h-h	11.43	120.93	047
Sub-total				172.40	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	1.00	h-m	1.14	129.98	049
Pluma de Izaje	1	h-m	1.14	17.99	049
Teodolito	1.00	h-m	1.14	9.80	049
Herramientas 5% de mano de obra	%	5.00	172.40	8.62	048
Sub-total				188.48	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>369.50</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>136.85</b>	

PARTIDA :

VERTICALIZACION DE POSTES DE MADERA EXISTENTES (Inc excavacion,izaje y cimentación)

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

9 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

78% CALIFICADA

22% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (estribo,soga,pintura, brochas, etc)	% MO	5.00	96.41	4.82	039
Sub-total				4.82	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.50	h-h	0.44	17.06	047
Operario	1.00	h-h	0.89	13.12	047
Oficial	2.00	h-h	1.78	20.83	047
Peón	6.00	h-h	5.33	56.39	047
Sub-total				96.41	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.60	h-m	0.53	129.98	049
Pluma de Izaje	1	h-m	0.89	17.99	049
Teodolito	1.00	h-m	0.89	9.80	049
Herramientas 5% de mano de obra	%	5.00	96.41	4.82	048
Sub-total				98.45	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>199.68</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>73.96</b>	

PARTIDA :

Montaje de Armado GS1-3L

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

15.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

73% CALIFICADA

27% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estribo,etc)	%	5.00	20.64	1.03	039
Sub-total				1.03	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20	h-h	0.11	17.06	047
Operario	1.00	h-h	0.53	13.12	047
Oficial	1.00	h-h	0.53	11.70	047
Peón	1.00	h-h	0.53	10.58	047
Sub-total				20.64	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50	h-m	0.27	129.98	049
Caja de herramientas	2.00	h-m	1.07	1.47	037
Escalera	1.00	h-m	0.53	1.47	048
Sub-total				37.44	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>59.11</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>21.89</b>	

**Obras Civiles y Montaje Electromecánico**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

REHABILITACIÓN L P 22,0KV ANANEA-derivación ORIENTAL - UNTUCA - LLACTAPATA

PARTIDA :

**Montaje de Armado GA1-3L**

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

12.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

57% CALIFICADA

43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,ostrobo,etc)	%	5.00	32.02	1.60	030
Sub-total				1.60	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.13	17.00	2.22	047
Operario	1.00 h-h	0.67	13.12	8.79	047
Oficial	1.00 h-h	0.67	11.70	7.84	047
Peón	2.00 h-h	1.33	10.88	14.07	047
Sub-total				32.02	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.33	120.98	42.09	040
Caja de herramientas	2.00 h-m	1.33	1.47	1.98	037
Escalera	1.00 h-m	0.67	1.47	0.98	048
Sub-total				45.03	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>80.40</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>29.76</b>	

PARTIDA :

**Montaje de Armado GR3-3L**

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

5.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

85% CALIFICADA

35% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,ostrobo,etc)	%	5.00	97.75	4.89	030
Sub-total				4.89	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.32	17.00	5.40	047
Operario	1.00 h-h	1.00	13.12	20.09	047
Oficial	2.00 h-h	3.20	11.70	37.44	047
Peón	2.00 h-h	3.20	10.88	33.00	047
Sub-total				97.75	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.80	129.98	103.98	040
Caja de herramientas	2.00 h-m	3.20	1.47	4.70	048
Escalera	2.00 h-m	3.20	1.47	4.70	048
Sub-total				113.38	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>210.02</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>80.01</b>	

PARTIDA :

**Montaje de Armado GA3-3**

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

10.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

87% CALIFICADA

43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,ostrobo,etc)	%	5.00	30.62	1.00	030
Sub-total				1.00	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.10	17.00	2.73	047
Operario	1.00 h-h	0.80	13.12	10.50	047
Oficial	1.00 h-h	0.80	11.70	9.39	047
Peón	2.00 h-h	1.00	10.88	10.83	047
Sub-total				30.62	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.40	120.98	51.00	040
Caja de herramientas	2.00 h-m	1.00	1.47	2.36	048
Escalera	1.00 h-m	0.80	1.47	1.18	048
Sub-total				55.52	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>97.02</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>35.03</b>	

### Obras Civiles y Montaje Electromecánico

#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : REHABILITACIÓN L P 22,9KV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL - UNTUCA - LLACTAPATA

PARTIDA : Montaje de Armado GTS-3L

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 12.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 57% CALIFICADA 43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	32.92	1.65	039
				Sub-total	1.65
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.13	17.06	2.22	047
Operario	1.00 h-h	0.67	13.12	8.79	047
Oficial	1.00 h-h	0.67	11.70	7.84	047
Peón	2.00 h-h	1.33	10.58	14.07	047
				Sub-total	32.92
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.33	129.98	42.89	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	1.33	1.47	1.96	048
Escalera	1.00 h-m	0.67	1.47	0.98	048
				Sub-total	45.83
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>80.40</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>29.78</b>	

PARTIDA : Montaje de Armado GA2-3

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 12.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 73% CALIFICADA 27% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	25.94	1.30	039
				Sub-total	1.30
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.13	17.06	2.22	047
Operario	1.00 h-h	0.67	13.12	8.79	047
Oficial	1.00 h-h	0.67	11.70	7.84	047
Peón	1.00 h-h	0.67	10.58	7.09	047
				Sub-total	25.94
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.33	129.98	42.89	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	1.33	1.47	1.96	037
Escalera	1.00 h-m	0.67	1.47	0.98	048
				Sub-total	45.83
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>73.07</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>27.06</b>	

PARTIDA : Montaje de Armado GHS-3

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 8.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 57% CALIFICADA 43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	49.39	2.47	039
				Sub-total	2.47
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.20	17.06	3.41	047
Operario	1.00 h-h	1.00	13.12	13.12	047
Oficial	1.00 h-h	1.00	11.70	11.70	047
Peón	2.00 h-h	2.00	10.58	21.16	047
				Sub-total	49.39
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.50	129.98	64.99	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	2.00	1.47	2.94	037
Escalera	1.00 h-m	1.00	1.47	1.47	048
				Sub-total	69.40
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>121.26</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>44.91</b>	

## Obras Civiles y Montaje Electromecánico

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : REHABILITACIÓN L P 22,9kV ANAÑEA-DERIVACIÓN ORIENTAL - UNTUCA - LLACTAPATA

PARTIDA : Montaje de Armado GHR-3

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 8.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 65% CALIFICADA 35% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	61.09	3.05	039
Sub-total				3.05	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.20	17.06	3.41	047
Operario	1.00 h-h	1.00	13.12	13.12	047
Oficial	2.00 h-h	2.00	11.70	23.40	047
Peón	2.00 h-h	2.00	10.58	21.16	047
Sub-total				61.09	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.50	129.98	64.99	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	2.00	1.47	2.94	048
Escalera	2.00 h-m	2.00	1.47	2.94	048
Sub-total				70.87	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>135.01</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>50.00</b>	

PARTIDA : Montaje de Armado G3A2-3

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 8.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 57% CALIFICADA 43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	49.39	2.47	039
Sub-total				2.47	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.20	17.06	3.41	047
Operario	1.00 h-h	1.00	13.12	13.12	047
Oficial	1.00 h-h	1.00	11.70	11.70	047
Peón	2.00 h-h	2.00	10.58	21.16	047
Sub-total				49.39	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.50	129.98	64.99	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	2.00	1.47	2.94	048
Escalera	1.00 h-m	1.00	1.47	1.47	048
Sub-total				69.40	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>121.26</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>44.91</b>	

PARTIDA : Montaje de Armado GHS-3H

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 9.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 57% CALIFICADA 43% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	43.99	2.20	039
Sub-total				2.20	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.18	17.06	3.07	047
Operario	1.00 h-h	0.89	13.12	11.68	047
Oficial	1.00 h-h	0.89	11.70	10.41	047
Peón	2.00 h-h	1.78	10.58	18.83	047
Sub-total				43.99	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.44	129.98	57.19	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	1.78	1.47	2.62	048
Escalera	1.00 h-m	0.89	1.47	1.31	048
Sub-total				61.12	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>107.31</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>39.74</b>	

### Obras Civiles y Montaje Electromecánico

#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : REHABILITACIÓN L P 22,9kV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL - UNTUCA - LLACTAPATA

PARTIDA : Montaje de Armado GHR-3H

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 8.00 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 57% CALIFICADA 43% NO CALIFICADA

Jan-00

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	0 Indice
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	49.39	2.47	039
Sub-total				2.47	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.20	17.06	3.41	047
Operario	1.00 h-h	1.00	13.12	13.12	047
Oficial	1.00 h-h	1.00	11.70	11.70	047
Peón	2.00 h-h	2.00	10.58	21.16	047
Sub-total				49.39	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.50 h-m	0.50	129.98	64.99	049
Caja de herramientas	2.00 h-m	2.00	1.47	2.94	048
Escalera	1.00 h-m	1.00	1.47	1.47	048
Sub-total				69.40	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>121.26</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>44.91</b>	

PARTIDA : Conductor de Aleación de Aluminio de 120mm<sup>2</sup>

UNIDAD : Km.

RENDIMIENTO : 4 km./día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 55% CALIFICADA 45% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Soga de manila	kg.	0.50	15.56	7.78	039
Soga de nylon	kg.	0.50	36.32	18.16	039
Materiales varios	%	5.00	564.88	28.24	039
Sub-total				54.18	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	1.00 h-h	2.00	17.06	34.12	047
Operario	4.00 h-h	8.00	13.12	104.96	047
Oficial	6.00 h-h	12.00	11.70	140.40	047
Peón	12.00 h-h	24.00	10.58	253.92	047
Topógrafo Operador de Teodolito	1.00 h-h	2.00	15.74	31.48	047
Sub-total				564.88	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	1.00 h-m	2.00	129.98	259.96	049
Tirfor 3 ton.	3.00 h-m	6.00	2.94	17.64	049
Poleas	20.00 h-m	40.00	2.45	98.01	049
Escalera	3.00 h-m	6.00	1.47	8.82	037
Caja de herramientas	2.00 h-m	4.00	1.47	5.88	037
Teodolito	1.00 h-m	2.00	9.80	19.60	049
Equipo de comunicación	4.00 h-m	8.00	2.45	19.60	037
Cable Guía	1.00 h-m	2.00	29.40	58.81	049
Equipo de Estación Total y accesorios	1.00 h-m	2.00	34.30	68.61	049
Winche de 3 Ton.	1.00 h-m	2.00	29.82	59.64	049
Freno hidráulico 3 Ton.	1.00 h-m	2.00	24.50	49.00	049
Caballote Alzabobina	1.00 h-m	2.00	15.68	31.36	049
Sub-total				696.93	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>1315.99</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>487.40</b>	

**Obras Civiles y Montaje Electromecánico**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : REHABILITACIÓN L P 22,9kV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL - UNTUCA - LLACTAPATA

PARTIDA : Cable de acero para cable de guarda

UNIDAD : Km.

RENDIMIENTO : 4 km./día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 55% CALIFICADA 45% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Soga de manila	kg.	0.50	15.56	7.78	039
Soga de nylon	kg.	0.50	36.32	18.16	039
Materiales varios	%	5.00	564.88	28.24	039
Sub-total				54.18	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	1.00 h-h	2.00	17.06	34.12	047
Operario	4.00 h-h	8.00	13.12	104.96	047
Oficial	6.00 h-h	12.00	11.70	140.40	047
Peón	12.00 h-h	24.00	10.58	253.92	047
Topógrafo Operador de Teodolito	1.00 h-h	2.00	15.74	31.48	047
Sub-total				564.88	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	1.00 h-m	2.00	129.98	259.96	049
Tirfor 3 ton.	3.00 h-m	6.00	2.94	17.64	049
Poleas	20.00 h-m	40.00	2.45	98.01	049
Escalera	3.00 h-m	6.00	1.47	8.82	037
Caja de herramientas	2.00 h-m	4.00	1.47	5.88	037
Teodolito	1.00 h-m	2.00	9.80	19.60	049
Equipo de comunicación	4.00 h-m	8.00	2.45	19.60	037
Cable Guía	1.00 h-m	2.00	29.40	58.81	049
Equipo de Estación Total y accesorios	1.00 h-m	2.00	34.30	68.61	049
Winche de 3 Ton.	1.00 h-m	2.00	29.82	59.64	049
Freno hidráulico 3 Ton.	1.00 h-m	2.00	24.50	49.00	049
Caballete Alzabobina	1.00 h-m	2.00	15.68	31.36	049
Sub-total				696.93	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>1315.99</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>487.40</b>	

PARTIDA : Reubicación de retenida

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 25 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 56% CALIFICADA 44% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (soga,estrobo,etc)	% M.O.	5.00	15.22	0.76	039
Sub-total				0.76	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.10 h-h	0.03	17.06	0.51	047
Operario	1.00 h-h	0.32	13.12	4.20	047
Oficial	1.00 h-h	0.32	11.70	3.74	047
Peón	2.00 h-h	0.64	10.58	6.77	047
Sub-total				15.22	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.250 h-m	0.08	129.98	10.40	049
Tirfor 3 ton.	1.00 h-m	0.32	2.94	0.94	049
Escalera	1.00 h-m	0.32	1.47	0.47	037
Caja de herramientas	2.00 h-m	0.64	1.47	0.94	037
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	15.22	0.76	048
Sub-total				13.51	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>29.49</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>10.92</b>	

PARTIDA : Retemplar retenidas

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 20 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 56% CALIFICADA 44% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (soga,estrobo,etc)	% M.O.	5.00	19.07	0.95	039
Sub-total				0.95	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.10 h-h	0.04	17.06	0.68	047
Operario	1.00 h-h	0.40	13.12	5.25	047
Oficial	1.00 h-h	0.40	11.70	4.68	047
Peón	2.00 h-h	0.80	10.58	8.46	047
Sub-total				19.07	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.250 h-m	0.10	129.98	13.00	049
Tirfor 3 ton.	1.00 h-m	0.40	2.94	1.18	049
Escalera	1.00 h-m	0.40	1.47	0.59	037
Caja de herramientas	2.00 h-m	0.80	1.47	1.18	037
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	19.07	0.95	048
Sub-total				16.90	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>36.92</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>13.67</b>	

**Obras Civiles y Montaje Electromecánico**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

REHABILITACIÓN L P 22,9KV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL - UNTUCA - LLACTAPATA

PARTIDA :

Instalacion de retenida Inclinada

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

13 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

56% CALIFICADA

44% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (soga,estrobo,etc)	% M.O.	5.00	29.41	1.47	039
Sub-total				1.47	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.10	h-h	0.06	17.06	1.02
Operario	1.00	h-h	0.62	13.12	8.13
Oficial	1.00	h-h	0.62	11.70	7.25
Peón	2.00	h-h	1.23	10.58	13.01
Sub-total				29.41	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.250	h-m	0.15	129.98	19.50
Tirfor 3 ton.	1.00	h-m	0.62	2.94	1.82
Escalera	1.00	h-m	0.62	1.47	0.91
Caja de herramientas	2.00	h-m	1.23	1.47	1.81
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	29.41	1.47	048
Sub-total				25.51	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>56.39</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>20.89</b>	

PARTIDA :

Excavación en Terreno Normal

UNIDAD :

m3

RENDIMIENTO :

9 m3/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

8% CALIFICADA

92% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Yeso,estacas,cordel,etc)	%	5.00	21.07	1.05	039
Sub-total				1.05	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.1	h-h	0.09	17.06	1.54
Peón	2	h-h	1.78	10.58	18.83
Sub-total				20.37	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.17	h-m	0.15	129.98	19.50
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	20.37	1.02	048
Sub-total				20.52	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>41.94</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>15.53</b>	

PARTIDA :

Excavación en terreno roca fracturada

UNIDAD :

m³

RENDIMIENTO :

12 m³/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

58% CALIFICADA

42% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Yeso,estacas,cordel,etc)	%	5.00	17.07	0.85	039
Sub-total				0.85	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.1	h-h	0.07	17.06	1.19
Operario	1.0	h-h	0.67	13.12	8.79
Peón	1.0	h-h	0.67	10.58	7.09
Sub-total				17.07	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Compresor Neumático, perforador y barrenos	1.000	h-m	0.67	90.79	60.83
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.150	h-m	0.10	129.98	13.00
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	17.07	0.85	048
Sub-total				74.68	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>92.60</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>34.30</b>	

## Obras Cíviles y Montaje Electromecánico

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

REHABILITACION L P 22.9kV ANANEA-DERIVACION ORIENTAL - UNTUCA - LLACTAPATA

PARTIDA :

Excavación en terreno rocoso

UNIDAD :

m<sup>3</sup>

RENDIMIENTO :

5 m<sup>3</sup>/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

41% CALIFICADA

59% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Yeso,estacas,cordel,etc)	%	5.00	57.58	2.88	039
Sub-total				2.88	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.1	h-h	0.16	17.06	2.73
Operario	1.0	h-h	1.60	13.12	20.99
Peón	2.0	h-h	3.20	10.58	33.86
Sub-total				57.58	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Compresor Neumático, perforador y barrenos ( incluye Explosivos, fulminantes y mechas)	1.000	h-m	1.60	90.79	145.26
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.150	h-m	0.24	129.98	31.20
Herramientas 5% mano de obra		%	5.00	57.58	2.88
Sub-total				179.34	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>239.80</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>88.81</b>	

PARTIDA :

Instalación de puesta a tierra en postes de madera (cable de guarda)

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

9 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

73% CALIFICADA

27% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	34.58	1.73	039
Sub-total				1.73	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20	h-h	0.18	17.06	3.07
Operario	1.00	h-h	0.89	13.12	11.68
Oficial	1.00	h-h	0.89	11.70	10.41
Peón	1.00	h-h	0.89	10.58	9.42
Sub-total				34.58	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.100	h-m	0.09	129.98	11.70
Caja de herramientas	2.00	h-m	1.78	1.47	2.62
Escalera	1.00	h-m	0.89	1.47	1.31
Herramientas 5% mano de obra		%	5.00	34.58	1.73
Sub-total				17.36	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>53.67</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>19.88</b>	

PARTIDA :

Relleno, compactacion y tratamiento de puestas a tierra (25 ohm max)

UNIDAD :

Un.

RENDIMIENTO :

6 Un/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

73% CALIFICADA

27% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	51.69	2.58	039
Bentonita (bolsa de 30 Kg)		3.00	27.00	81	
Cemento Conductivo (bolsa de 11,1 Kg)		2.50	128.00	320	
Sub-total				403.58	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20	h-h	0.27	17.06	4.61
Operario	1.00	h-h	1.33	13.12	17.45
Oficial	1.00	h-h	1.33	11.70	15.56
Peón	1.00	h-h	1.33	10.58	14.07
Sub-total				51.69	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.	0.100	h-m	0.13	129.98	16.90
Caja de herramientas	2.00	h-m	2.67	1.47	3.93
Escalera	1.00	h-m	1.33	1.47	1.96
Herramientas 5% mano de obra		%	5.00	51.69	2.58
Sub-total				25.37	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>480.64</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>178.01</b>	

### Obras Civiles y Montaje Electromecánico

#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : REHABILITACIÓN L P 22,9KV ANANEA-DERIVACIÓN ORIENTAL - UNTUCA - LLACTAPATA  
 PARTIDA : Señalización de Estructuras  
 UNIDAD : Und  
 RENDIMIENTO : 35 km/día  
 PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 73% CALIFICADA 27% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	8.99	0.45	039
				Sub-total	0.45
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.20 h-h	0.05	17.06	0.85	047
Operario	1.00 h-h	0.23	13.12	3.02	047
Oficial	1.00 h-h	0.23	11.70	2.69	047
Peón	1.00 h-h	0.23	10.58	2.43	047
				Sub-total	8.99
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camioneta Rural 4x4 de 135 HP	1.00 h-m	0.23	82.61	19.00	049
Caja de herramientas	4.00 h-m	0.91	1.47	1.34	037
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	8.99	0.45	048
				Sub-total	20.79
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>30.23</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>11.20</b>	

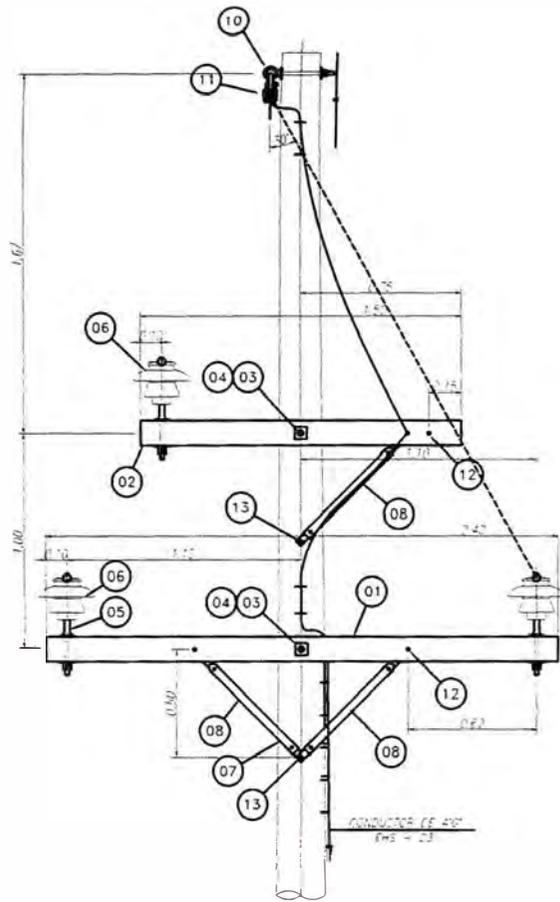
PARTIDA : Pruebas y Puesta en Servicio  
 UNIDAD : km  
 RENDIMIENTO : 6 km/día  
 PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 77% CALIFICADA 23% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	%	5.00	187.15	9.36	039
				Sub-total	9.36
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	2.00 h-h	2.67	17.06	45.55	047
Operario	3.00 h-h	4.00	13.12	52.48	047
Oficial	3.00 h-h	4.00	11.70	46.80	047
Peón	3.00 h-h	4.00	10.58	42.32	047
				Sub-total	187.15
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camioneta Rural 4x4 de 135 HP	1.00 h-m	1.33	82.61	109.87	049
Motosierra	1.00 h-m	1.33	5.39	7.17	037
Teodolito	1.00 h-m	1.33	9.80	13.04	037
Medidor de aislamiento eléctrico	1.00 h-m	1.33	5.88	7.82	049
Medidor de resistencia de puesta a tierra	1.00 h-m	1.33	5.88	7.82	049
Termometro de línea	1.00 h-m	1.33	2.94	3.91	049
Caja de herramientas	4.00 h-m	5.33	1.47	7.84	037
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	187.15	9.36	048
				Sub-total	166.83
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>363.34</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>134.57</b>	

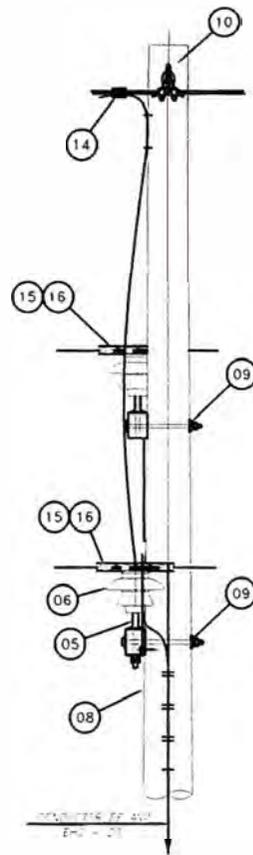
PARTIDA : ELABORACION DE EXPEDIENTE CONFORME A OBRA  
 UNIDAD : km  
 RENDIMIENTO : 8 km/día

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	0
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga, estrobo, cal, estaca,wincha y equipos de gabinete)	Glb	1.00	12.09	12.09	039
				Sub-total	12.09
<b>MANO DE OBRA</b>					
Ingeniero de Lineas Primarias	1.00 h-h	1.00	20.83	20.83	047
Técnico especialista en dibujo por computador	1.00 h-h	1.00	13.12	13.12	047
Capataz	0.10 h-h	0.10	18.37	1.84	047
Oficial	0.50 h-h	0.50	11.70	5.85	047
				Sub-total	41.64
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Camioneta Rural 4x4 de 135 HP	0.40 h-m	0.40	82.61	33.04	0.49
Herramientas 5% mano de obra	%	5.00	41.64	2.08	048
				Sub-total	35.12
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>88.85</b>	

**ANEXO G**  
**LÁMINAS DE ARMADOS DE ESTRUCTURAS**



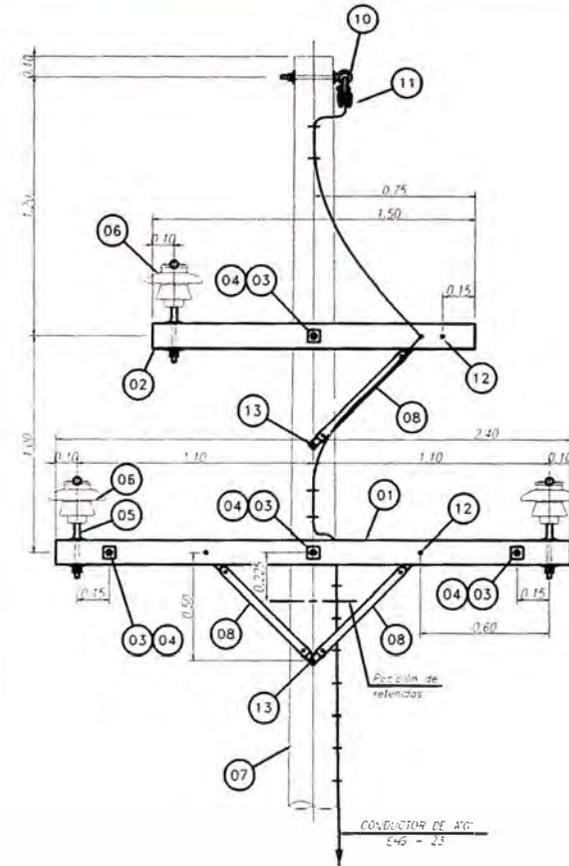
VISTA FRONTAL



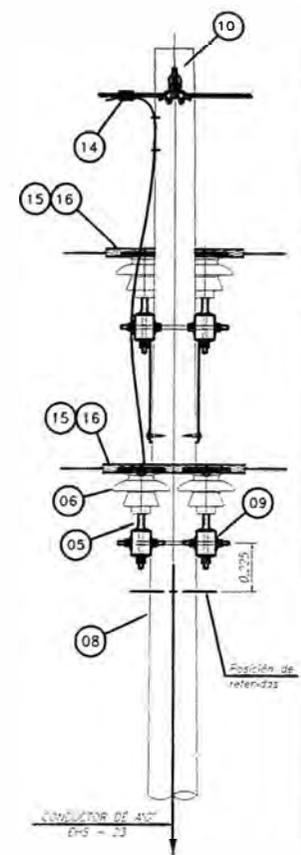
VISTA LATERAL

03	3	Brazo soporte de madera de 710mm long. (similar a 15526 JOSLrN)	
01	1	Poste normalizado de madera tratada	16
06	3	Arandel tipo pin clase ANSI 56-4	15
05	3	Espiga de cruceta para aislador pin 56-4 c/tuerca y conrol. y Arandela	14
04	2	Perno maquinado de 16mmØ x 356mm long. 152mm de maquinado	13
		con tuerca y contratuercas	12
03	3	Arandela cuadrada plana de A307 57x57x5 mm, agujero de 18 mm Ø	11
02	1	Cruceta de madera tratada 90 x 115mm x 1.50m	10
01	1	Perno ojo de A307 16mmØx305mm Long. 152mm maquin. c/tuer. y cont.	09
			08
		DESCRIPCION	Nº

DIS.	ECHO.	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL TITULO: SUMINISTRO ELECTRICO A LA UNIDAD MINERA UNITUCA - PUNO	SOPORTE DE ALINEAMIENTO 0° - 5° TRIFASICO CON CABLE DE GUARDA GS1-3	HOJA 01
DIB.	ECHO.			ESC/ S/E
REV.	M.F.T.			Nº PLANO
APR.	V.C.			A-01
FECHA	JUN-11			



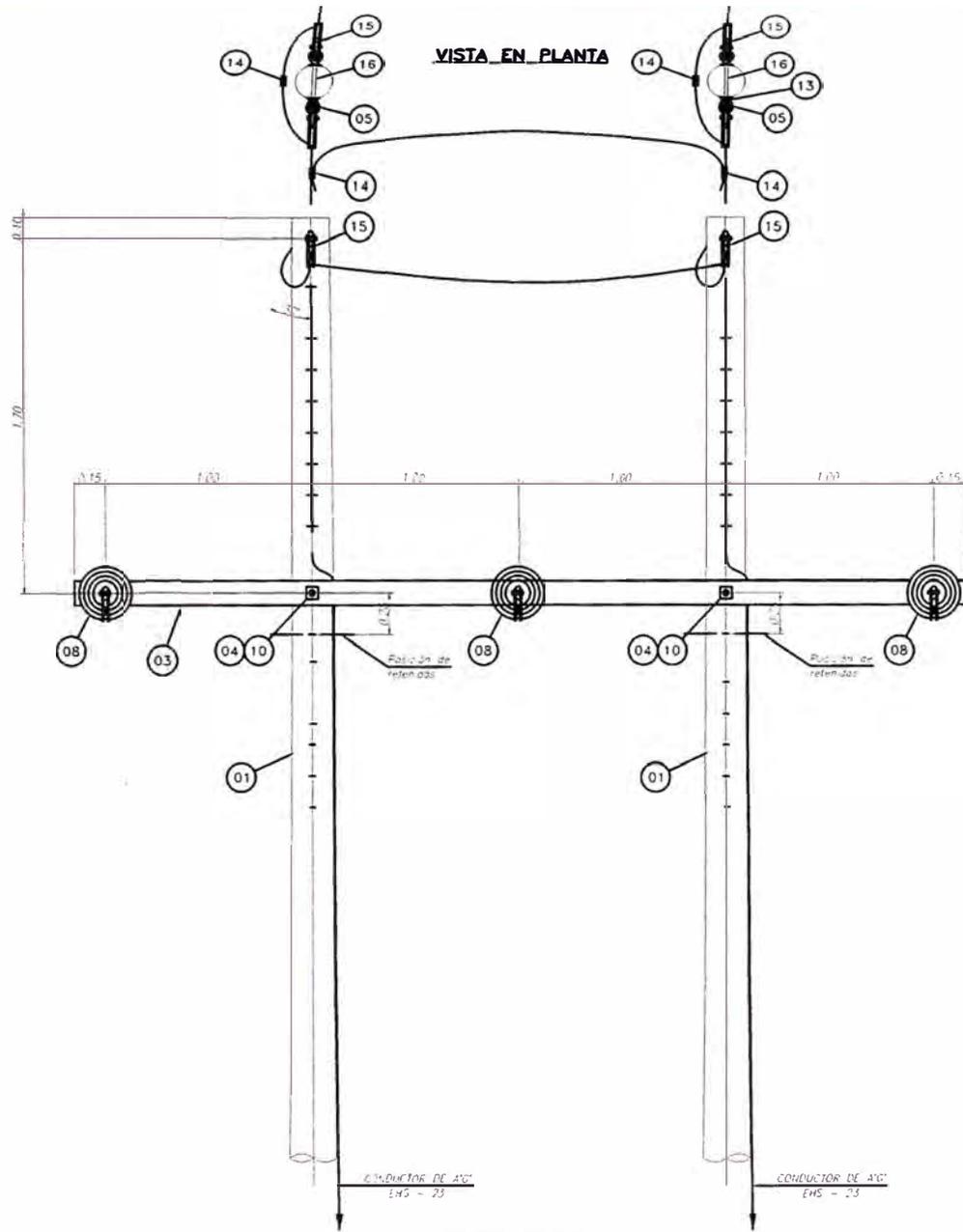
VISTA FRONTAL



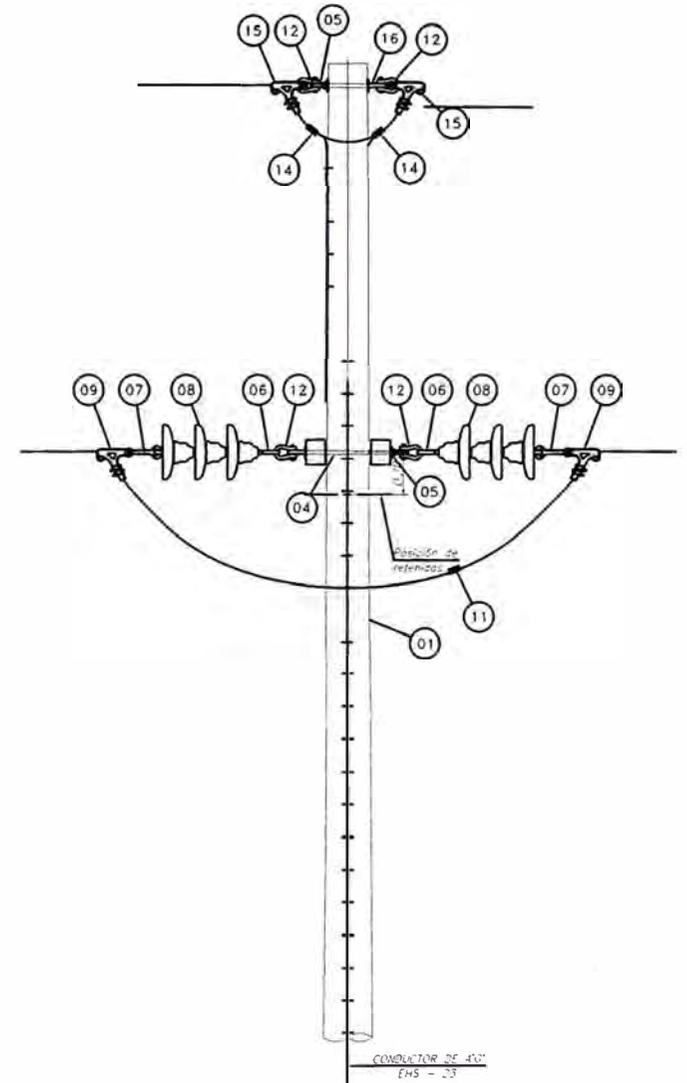
VISTA LATERAL

06	6	Brazo soporte de madera de 710mm long. (similar a 15526 JOSLrN)	16
01	1	Poste normalizado de madera tratada	15
06	6	Arandel tipo pin clase ANSI 56-4	14
05	6	Espiga de cruceta para aislador pin 56-4	13
04	3	Perno doble armado de A307 16mmØx508mm Long. con 4 tuercas	12
03	12	Arandela cuadrada plana de A307 57x57x5 mm, agujero de 18 mm Ø	11
02	2	Cruceta de madera tratada 90 x 115mm x 1.50m	10
01	2	Perno ojo de A307 16mmØx305mm Long. 152mm maquin. c/tuer. y cont.	09
			08
		DESCRIPCION	Nº

DIS.	ECHO.	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL TITULO: SUMINISTRO ELECTRICO A LA UNIDAD MINERA UNITUCA - PUNO	SOPORTE DE ANGULO TRIFASICO 5° - 30° CON CABLE GUARDA GA1-3	HOJA 01
DIB.	ECHO.			ESC/ S/E
REV.	M.F.T.			Nº PLANO
APR.	V.C.			A-02
FECHA	JUN-11			



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

N°	DESCRIPCIÓN	N°	DESCRIPCIÓN
01	Grapa de anclaje tipo pistola para conductor de aluminio	14	Conector doble vía de acero
02	Arzoz de cerámica tipo suspensión, clase 52-3	15	Perno ojo de A.C. 15mmx305mm Long. 152mm nica, 1/2 tuerca y cont.
03	Platazo tipo pistola para alambre	16	Arandela cuadrada curva 3/8" A.C. 57x57,5mm, 18mm de agujero
04	Equilibrador Ancho-Baja	17	Bulleteo recto
05	Tubo A.C. de 1/2", nica, para pernos de 16mm	18	Grapa doble vía, para conductor 35mm <sup>2</sup> AAC
06	Punta de alambre de A.C. 15mmx508mm longitud, con 4 tuercas	19	Arandela cuadrada plana de A.C. 57x57,5mm, 18mm de agujero
07	Grapa de madera tratada de 102x127mm sección, 4,3m Longitud	20	
08	Placa normalizada de madera tratada		
09			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

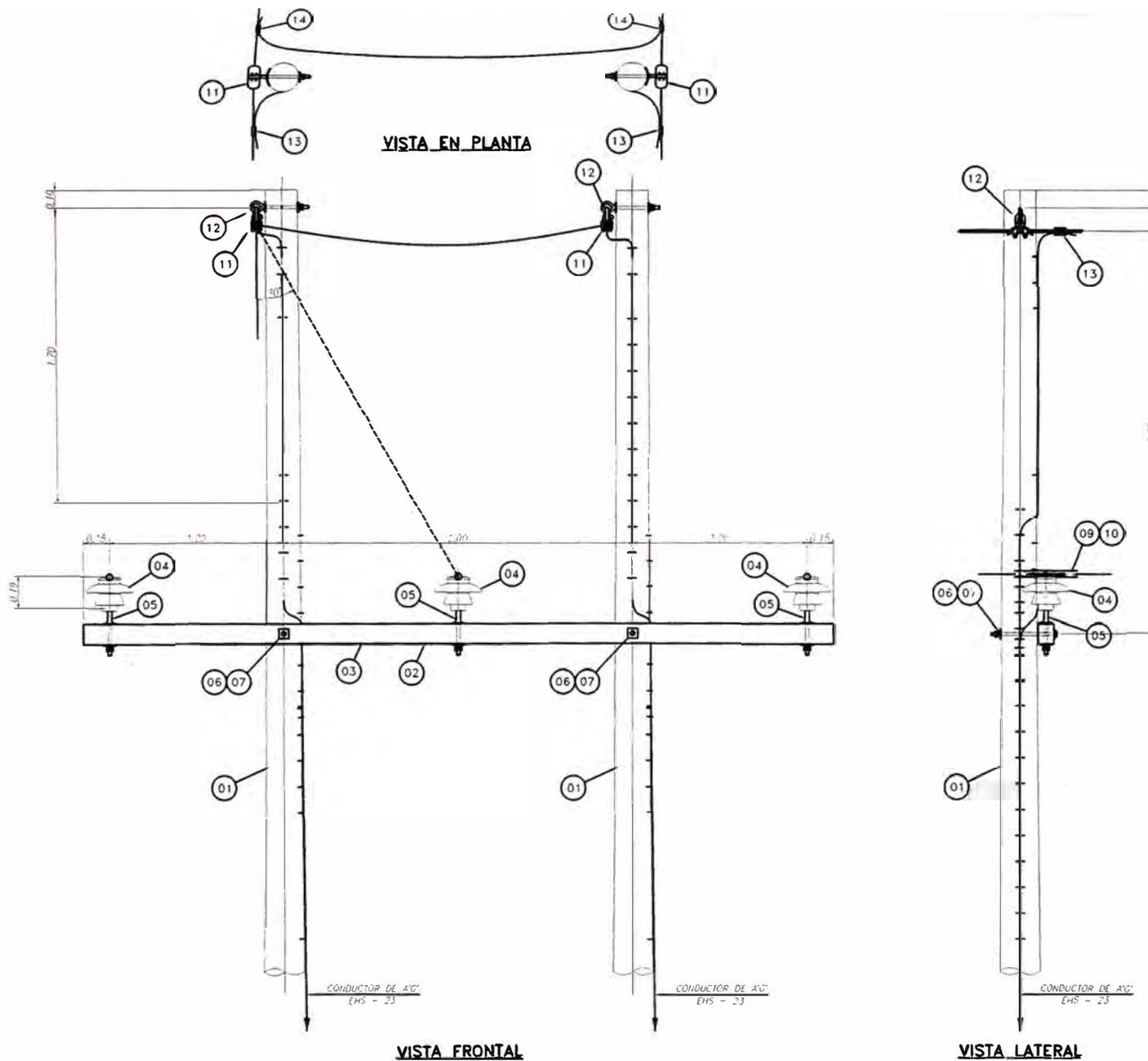
DIS.	E.CHA.
DIB.	E.CHA.
REV.	M.F.T.
APR.	V.C.
FECHA	JUN-11

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL  
 TITULO: SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA UNIDAD  
 MINERA UYUCA - PUNO

SOPORTE DE RETENCIÓN O ANCLAJE  
 BIPOSTE EN H. TRIFÁSICO  
 CON CABLE DE GUARDA  
 TIPO GHR-3H

MDM 01  
 ESC: S/E  
 N° PLAN  
 A-11





VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

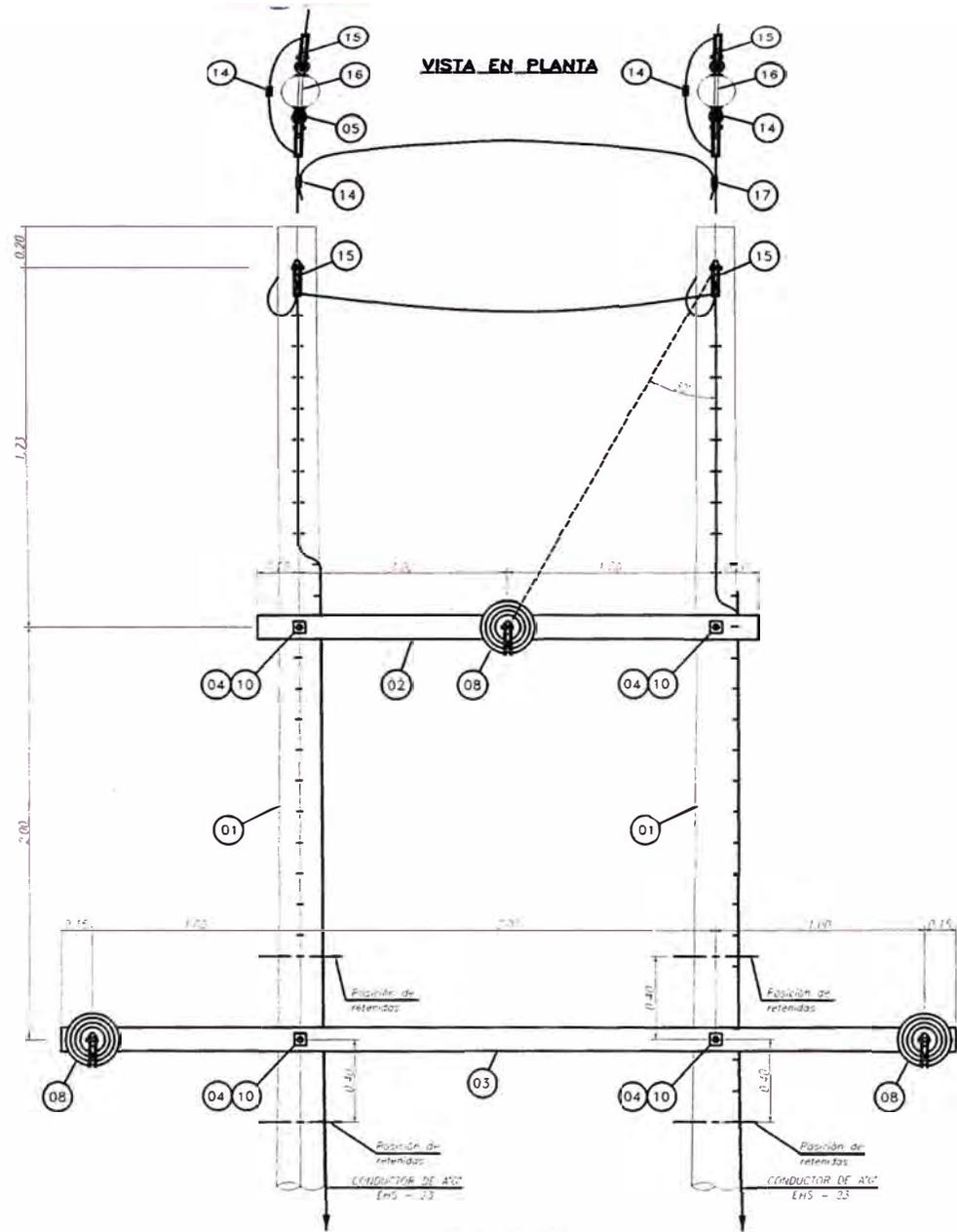
IT	NO	DESCRIPCION	IT	NO	DESCRIPCION
01	04	Arandela cuadrada para de A.C. 57x57x5mm, 18mm de agujero	14	04	Conector de doble via de acero
02	06	Barras macoradas de A.C. 15mmx356mm larg. cubierta y contraluzera	12	02	Perno ojo de A.C. 16mmx305mm larg. 152mm max. r/fuerza y control.
03	03	Soporte para cruzeta, para aislador PBI 56-4, fuerza y control y arandela	11	02	Alcornoque de suspensión de acero para cable de guarda
04	03	Alcornoque de suspensión tipo PBI, clase A(1) 56-4	10	05	Cable de suspensión de acero según requerimiento
05	01	Columna de madera tratada de 102x127mm sección, 4,2m Longitud	09	03	Zanilla de armaz preformada simple, según requerimiento
06	01	Columna de madera tratada de 90x115mm sección, 2,40m Longitud	08	06	Arandela cuadrada curva de A.C. 57x57x5mm, 18mm de agujero
07	02	Placa normalizada de madera tratada según requerimiento			

DIS.	E.CHQ.
DIB.	E.CHQ.
REV.	M.F.T.
APR.	V.C.
FECHA	JUN-11

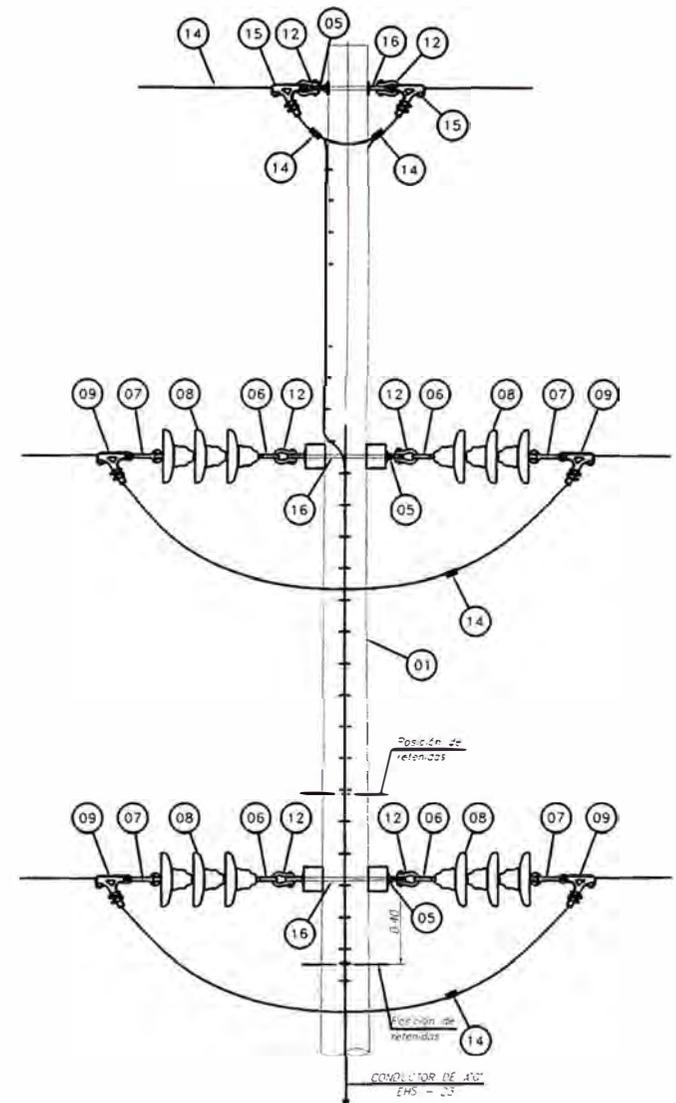
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL  
 TITULO: SUMINISTRO ELECTRICO A LA UNIDAD  
 MINERA UNIFUCA - PUÑO

SOPORTE DE SUSPENSION BIPOSTE EN H  
 0' - 5, TRIFASICO  
 CON CABLE DE GUARDA  
 TIPO GHS-3H

HOLJA 01  
 ESC: S/E  
 N° PLANO  
 A-10



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

ITEM	DESCRIPCIÓN
01	Grapa de anclaje tipo pistón para conductor de aleación de aluminio
02	Asesor de protección tipo suspensión, clase 52-3
03	Asesor tipo Anillo-Bola
04	Asesor tipo Anillo-Bola
05	Tuerca S10 de A304, hexág. para perno de 16mm
06	Perno tipo armado de A304, 16mmx508mm longitud, con 4 tuercas
07	Troncho de madera tratada de 102x127mm sección, 4,3m longitud
08	Troncho de madera tratada de 90x115mm sección, 2,40m longitud
09	Placa normalizada de madera tratada
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	

ITEM	DESCRIPCIÓN
14	Conector cable a la de acero
16	Perno tipo de A304, 16mmx205mm Long. 152mm inq. c/tuerca y cont.
15	Grapa de anclaje tipo pistón para cable de guarda
13	Arandela cuadrada curva de A304, 57x57,5mm, 18mm de agujero
12	Ornateo recto
11	Grapa doble vía, para conductor 35mm <sup>2</sup> AAC
10	Arandela cuadrada plana de A304, 57x57,5mm, 18mm de agujero
17	

DIS.	E.C.H.O.
DIB.	E.C.H.O.
REV.	M.F.T.
APR.	V.C.
FECHA	JUN-11

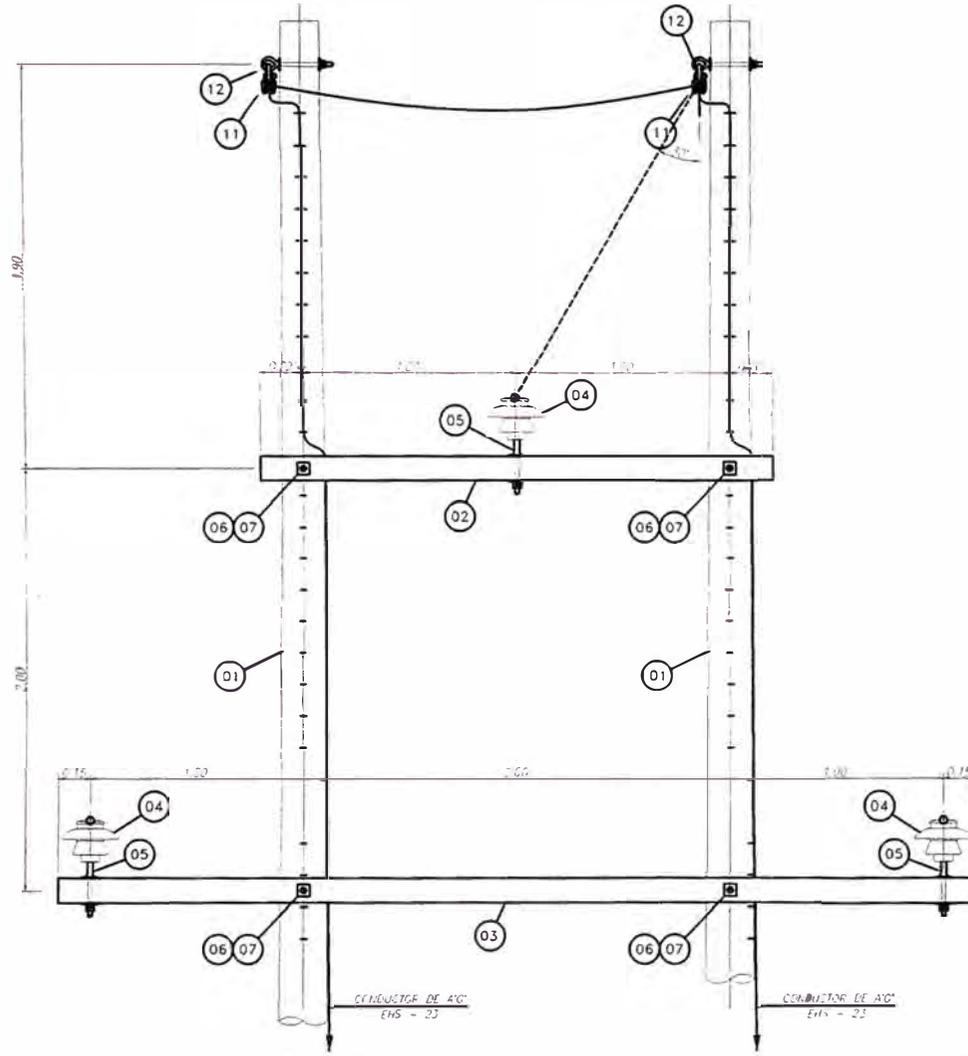
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL  
 TÍTULO: SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA UNIDAD  
 MINERA UNTUCA - PUNO

SOPORTE DE RETENCIÓN O ANCLAJE  
 BIPOSTE EN H. TRIFÁSICO  
 CON CABLE DE GUARDA  
 TIPO CHR-3

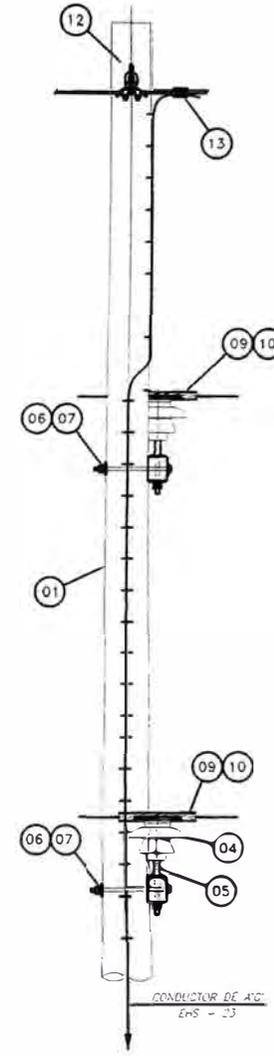
HOJA 01  
 ESC: S/E  
 N° PLANO  
 A-08



VISTA EN PLANTA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

04	Arandela cuadrada curva de A.C., 57x57x5mm, 18mm de agujero.	13	Conector de doble vía de acero
04	Perno macanudo de A.C., 16mmx305mm Long. c/uerca y contraluerca	14	Perno ojo de A.C., 16mmx305mm Long. 152mm caja, c/1 y control.
05	Escalón para arandela para el tipo PII, 56-4 c/1 y control. y Arandela	14	2
05	Arandela de suspensión tipo PII, clase A151 56-4	11	2
05	Cable de suspensión de acero para cable de guarda	10	2
05	Cable de madera tratada de 102x127mm sección, 4,3m Longitud	09	2
05	Cable de madera tratada de 96x115mm sección, 2,40m Longitud	09	3
05	Cable de madera tratada de 96x115mm sección, 2,40m Longitud	08	2
05	Escalón normalizado de madera tratada según requerimiento	08	2
05	Escalón normalizado de madera tratada según requerimiento	08	2

CONDUCTOR DE A.C.  
EHS - 23

CONDUCTOR DE A.C.  
EHS - 23

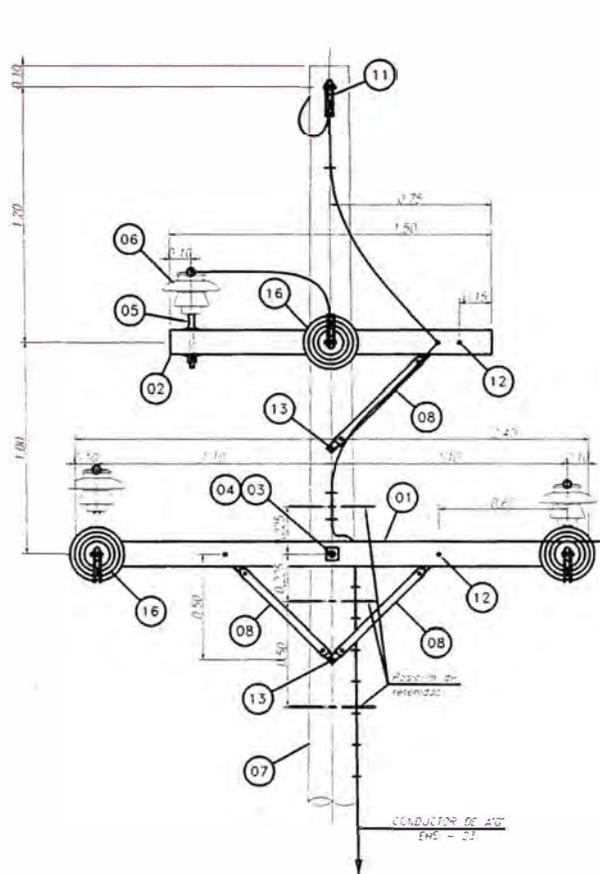
CONDUCTOR DE A.C.  
EHS - 23

DIS. E.C.H.Q.  
DIB. E.C.H.Q.  
REV. M.F.T.  
APR. V.C.  
FECHA JUN-11

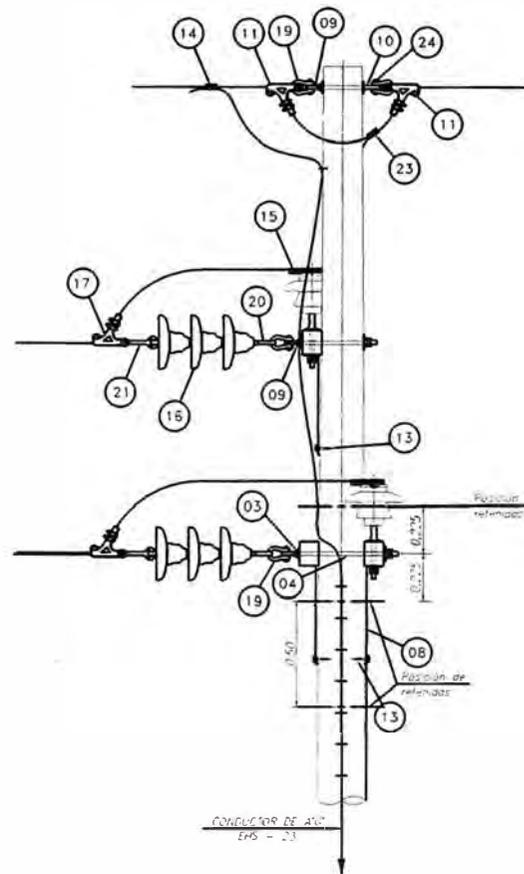
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL  
TITULO: SUMINISTRO ELECTRICO A LA UNIDAD  
MINERA UNFUCA - PUNO

SOPORTE DE SUSPENSIÓN BIPOSTE EN H  
0° - 5, TRIFÁSICO  
CON CABLE GUARDA  
TIPO GHS-3

HOLJA 01  
ESC: S/E  
N° PLANO  
A-07



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

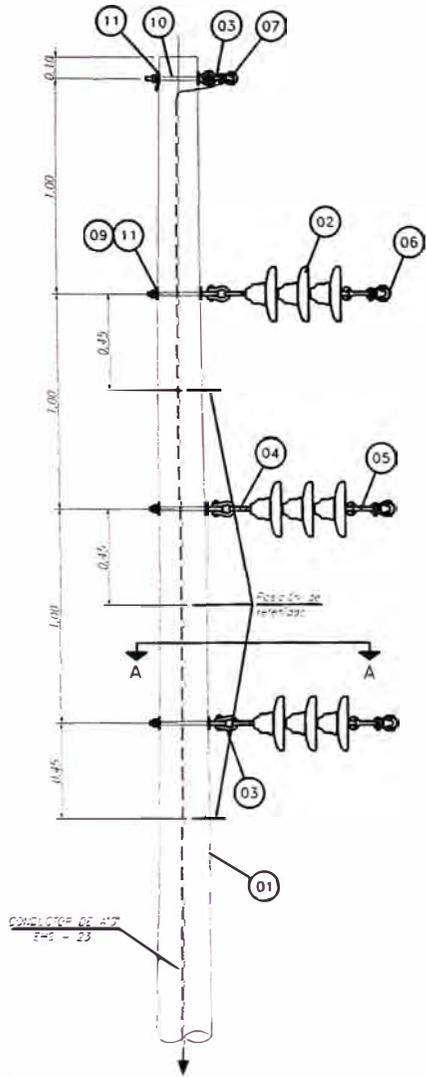
03	Tirafón de AG 13mmx102mm Longitud		
05	Perno corno de AG 13mmx152mm, 76mm Long. maquinada, c/t. y brida		
11	Brazo de anclaje tipo distal para cable de guarda	24	1 Soporte para cable de guarda
12	Perno ojo de AG, 16mmx205mm Long. 152mm maq. c/t. y contral.	23	1 Conector doble vía de acero
04	Tuerca ojo de AG, forjada de 16mmx80mmx38mm p/perno de 16mm	22	3 Arandela cuadrada curva de AG 57x57mm, agujero de 18mm
08	Brazo soporte de madera de 710mm long. (similar a 15526 JCSL/4)	21	3 Adaptador casquillo-ojo alargado
01	Piste normalizada de madera tratada	20	3 Adaptador anillo-bola
02	Arandela para anillo AGI 56-4	19	5 Brillete recto
06	Cable de alaceta para aislador p/n 56-4	18	1 Perno ojo de AG 16mmx356mm Long. 152mm maqin. c/tuor. y cont.
03	Perno ojo brida de AG 16mmx506mm Long. con 4 tuercas	17	3 Grapa de anclaje para conductor de aleación de aluminio
03	Arandela cuadrada para de AG, 57x57x5 mm, agujero de 18 mm	16	9 Adaptador de alaceta tipo suspensión clase 52-3
04	Plancheta de madera tratada 90 x 115mm x 1,50m	15	25 Alambre de amarre (segun requerimiento (m))
04	Arandela de madera tratada 90 x 115mm x 2,40m	14	1 Conector doble vía de acero
17	JUN	17	JUN

DIS.	E.CH.Q.
DIB.	E.CH.Q.
REV.	H.F.T.
APR.	V.C.
FECHA	JUN-11

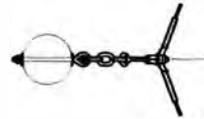
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL  
 TITULO: SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA UNIDAD  
 MINERA UTMUCA - PUNO

SOPORTE TERMINAL  
 TRIFASICO CON CABLE DE GUARDA  
 GTS-3L

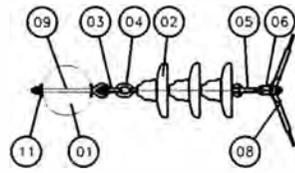
HELA: 01  
 ESC: S/E  
 N° PLANO  
 A-06



VISTA DE PLANTA  
(Cable de Guarda)

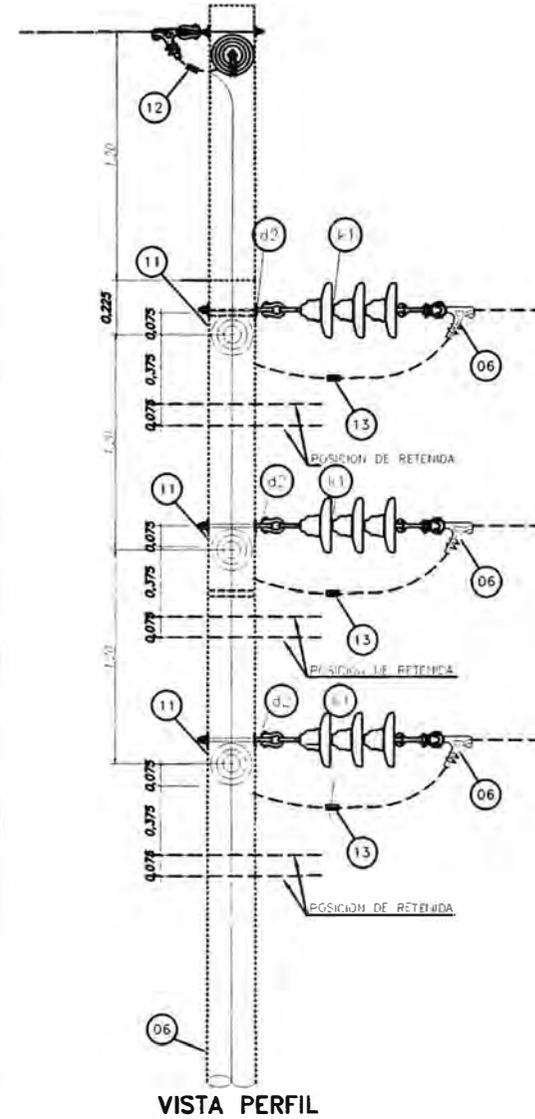


CORTE A-A

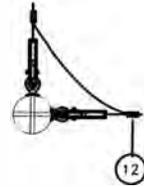


		12	1	Conector de Acero Galvanizado	
		11	8	Arandela cuadrada curva de AC, 57.5x5 mm, agujero 18 mm ø	
03	3	Adaptador castillo ojo alargado	10	1	Perno ojo de 16 mm ø x 254 mm longitud c/tuerca y contratuercas
04	3	Adaptador anillo-bola	09	3	Perno ojo de 16 mm ø x 305 mm longitud c/tuerca y contratuercas
03	4	Grilete recto	08	3	Varilla de armar prefabricada simple
02	9	Asiador tipo suspensión clase ANSI 52-3	07	1	Grapa de ángulo p/cable de guarda
01	1	Poste normalizado de madera tratada	06	3	Grapa de ángulo para conductor de AAC
Nº	QNT	DESCRIPCIÓN	Nº	QNT	DESCRIPCIÓN

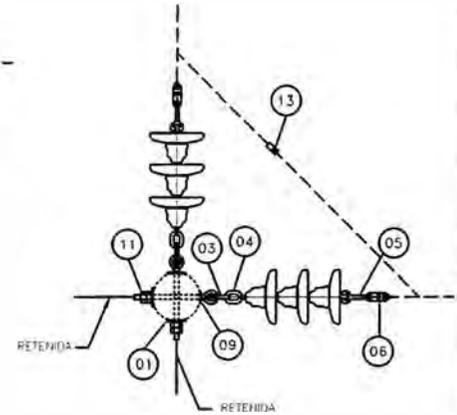
DIS.	E.C.H.Q.	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL TÍTULO: SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA UNIDAD MINERA UNTUCA - PUNO	SOPORTE DE ANGULO TRIFÁSICO 30° - 60° CON CABLE GUARDA GA2-3	HOJA 01
DIB.	E.C.H.Q.			ESC. S/E
REV.	M.F.T.			Nº PLANO
APR.	V.C.			A-04
FECHA	JUN-11			



VISTA DE PLANTA  
(Cable de Guarda)



VISTA DE PLANTA  
(Conductor AAC)



VISTA PERFIL

		12	1	Conector de Acero Galvanizado	
		11	8	Arandela cuadrada curva de AC, 57.5x5 mm, agujero de 18 mm ø	
03	3	Adaptador castillo ojo alargado	10	1	Perno ojo de 16 mm ø x 254 mm longitud c/tuerca y contratuercas
04	3	Adaptador anillo-bola	09	3	Perno ojo de 16 mm ø x 305 mm longitud c/tuerca y contratuercas
03	4	Grilete recto	08	3	Varilla de armar prefabricada simple
02	9	Asiador tipo suspensión clase ANSI 52-3	07	1	Grapa de ángulo p/cable de guarda
01	1	Poste normalizado de madera tratada	06	3	Grapa de ángulo para conductor de AAC
Nº	QNT	DESCRIPCIÓN	Nº	QNT	DESCRIPCIÓN

DIS.	E.C.H.Q.	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL TÍTULO: SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA UNIDAD MINERA UNTUCA - PUNO	SOPORTE DE ANGULO 60° - 90, TRIFÁSICO CON CABLE DE GUARDA GA3-3	HOJA 01
DIB.	E.C.H.Q.			ESC. S/E
REV.	M.F.T.			Nº PLANO
APR.	V.C.			A-05
FECHA	JUN-11			



**ANEXO H**  
**PLANOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESTRUCTURAS**



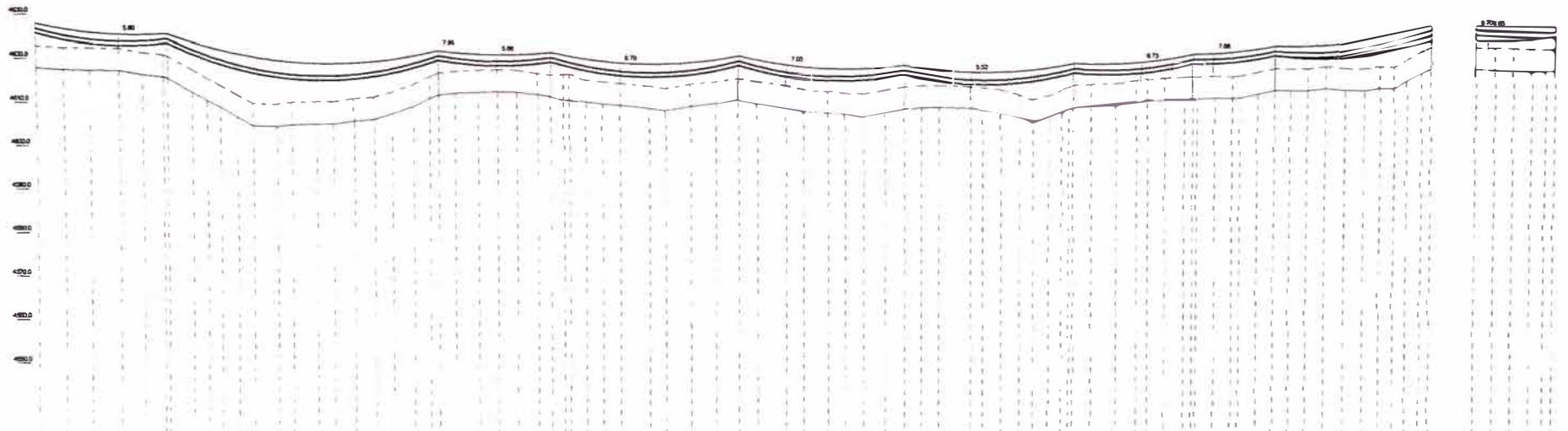






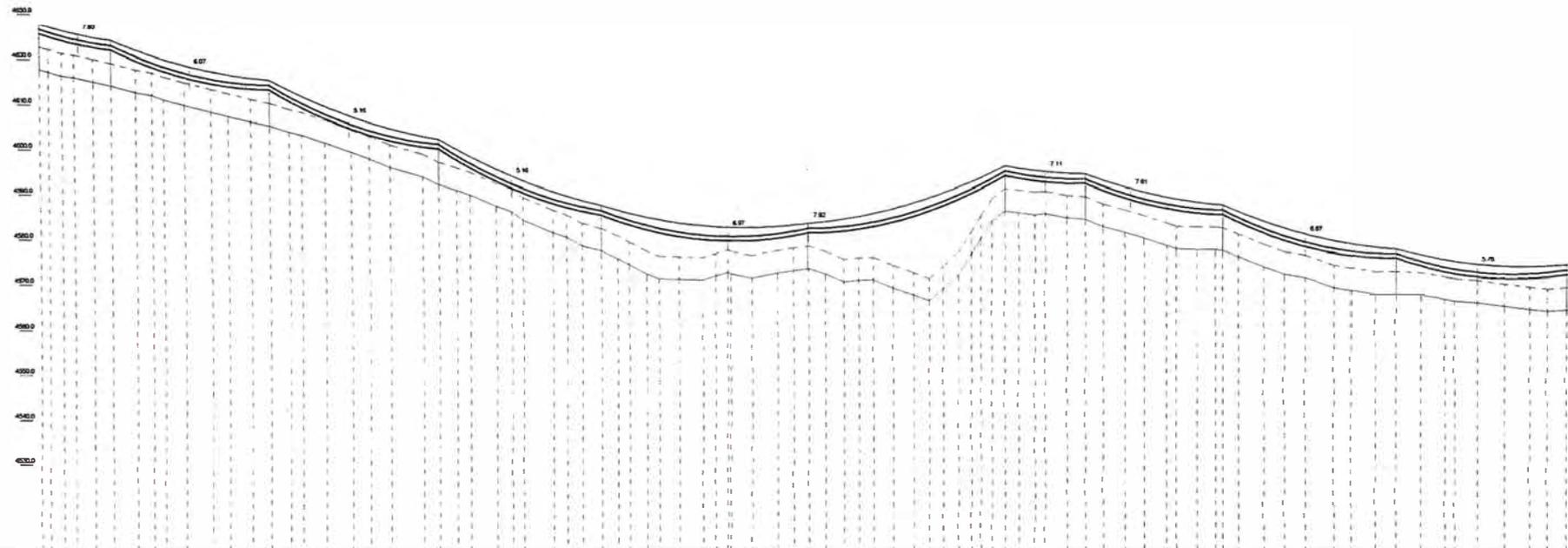


ESTACION	118.56	119.00	119.44	119.88	120.32	120.76	121.20	121.64	122.08	122.52	122.96	123.40	123.84	124.28	124.72	125.16	125.60	126.04	126.48	126.92	127.36	127.80	128.24	128.68	129.12	129.56	130.00	130.44	130.88	131.32	131.76	132.20	132.64	133.08	133.52	133.96	134.40	134.84	135.28	135.72	136.16	136.60	137.04	137.48	137.92	138.36	138.80	139.24	139.68	140.12	140.56	141.00	141.44	141.88	142.32	142.76	143.20	143.64	144.08	144.52	144.96	145.40	145.84	146.28	146.72	147.16	147.60	148.04	148.48	148.92	149.36	149.80	150.24	150.68	151.12	151.56	152.00	152.44	152.88	153.32	153.76	154.20	154.64	155.08	155.52	155.96	156.40	156.84	157.28	157.72	158.16	158.60	159.04	159.48	159.92	160.36	160.80	161.24	161.68	162.12	162.56	163.00	163.44	163.88	164.32	164.76	165.20	165.64	166.08	166.52	166.96	167.40	167.84	168.28	168.72	169.16	169.60	170.04	170.48	170.92	171.36	171.80	172.24	172.68	173.12	173.56	174.00	174.44	174.88	175.32	175.76	176.20	176.64	177.08	177.52	177.96	178.40	178.84	179.28	179.72	180.16	180.60	181.04	181.48	181.92	182.36	182.80	183.24	183.68	184.12	184.56	185.00	185.44	185.88	186.32	186.76	187.20	187.64	188.08	188.52	188.96	189.40	189.84	190.28	190.72	191.16	191.60	192.04	192.48	192.92	193.36	193.80	194.24	194.68	195.12	195.56	196.00	196.44	196.88	197.32	197.76	198.20	198.64	199.08	199.52	200.00
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------



ESTACION	118.56	119.00	119.44	119.88	120.32	120.76	121.20	121.64	122.08	122.52	122.96	123.40	123.84	124.28	124.72	125.16	125.60	126.04	126.48	126.92	127.36	127.80	128.24	128.68	129.12	129.56	130.00	130.44	130.88	131.32	131.76	132.20	132.64	133.08	133.52	133.96	134.40	134.84	135.28	135.72	136.16	136.60	137.04	137.48	137.92	138.36	138.80	139.24	139.68	140.12	140.56	141.00	141.44	141.88	142.32	142.76	143.20	143.64	144.08	144.52	144.96	145.40	145.84	146.28	146.72	147.16	147.60	148.04	148.48	148.92	149.36	149.80	150.24	150.68	151.12	151.56	152.00	152.44	152.88	153.32	153.76	154.20	154.64	155.08	155.52	155.96	156.40	156.84	157.28	157.72	158.16	158.60	159.04	159.48	159.92	160.36	160.80	161.24	161.68	162.12	162.56	163.00	163.44	163.88	164.32	164.76	165.20	165.64	166.08	166.52	166.96	167.40	167.84	168.28	168.72	169.16	169.60	170.04	170.48	170.92	171.36	171.80	172.24	172.68	173.12	173.56	174.00	174.44	174.88	175.32	175.76	176.20	176.64	177.08	177.52	177.96	178.40	178.84	179.28	179.72	180.16	180.60	181.04	181.48	181.92	182.36	182.80	183.24	183.68	184.12	184.56	185.00	185.44	185.88	186.32	186.76	187.20	187.64	188.08	188.52	188.96	189.40	189.84	190.28	190.72	191.16	191.60	192.04	192.48	192.92	193.36	193.80	194.24	194.68	195.12	195.56	196.00	196.44	196.88	197.32	197.76	198.20	198.64	199.08	199.52	200.00																																																																																																																																																																																								
ESTACION PIVOTAL	118.56		119.00		119.44		119.88		120.32		120.76		121.20		121.64		122.08		122.52		122.96		123.40		123.84		124.28		124.72		125.16		125.60		126.04		126.48		126.92		127.36		127.80		128.24		128.68		129.12		129.56		130.00		130.44		130.88		131.32		131.76		132.20		132.64		133.08		133.52		133.96		134.40		134.84		135.28		135.72		136.16		136.60		137.04		137.48		137.92		138.36		138.80		139.24		139.68		140.12		140.56		141.00		141.44		141.88		142.32		142.76		143.20		143.64		144.08		144.52		144.96		145.40		145.84		146.28		146.72		147.16		147.60		148.04		148.48		148.92		149.36		149.80		150.24		150.68		151.12		151.56		152.00		152.44		152.88		153.32		153.76		154.20		154.64		155.08		155.52		155.96		156.40		156.84		157.28		157.72		158.16		158.60		159.04		159.48		159.92		160.36		160.80		161.24		161.68		162.12		162.56		163.00		163.44		163.88		164.32		164.76		165.20		165.64		166.08		166.52		166.96		167.40		167.84		168.28		168.72		169.16		169.60		170.04		170.48		170.92		171.36		171.80		172.24		172.68		173.12		173.56		174.00		174.44		174.88		175.32		175.76		176.20		176.64		177.08		177.52		177.96		178.40		178.84		179.28		179.72		180.16		180.60		181.04		181.48		181.92		182.36		182.80		183.24		183.68		184.12		184.56		185.00		185.44		185.88		186.32		186.76		187.20		187.64		188.08		188.52		188.96		189.40		189.84		190.28		190.72		191.16		191.60		192.04		192.48		192.92		193.36		193.80		194.24		194.68		195.12		195.56		196.00		196.44		196.88		197.32		197.76		198.20		198.64		199.08		199.52	

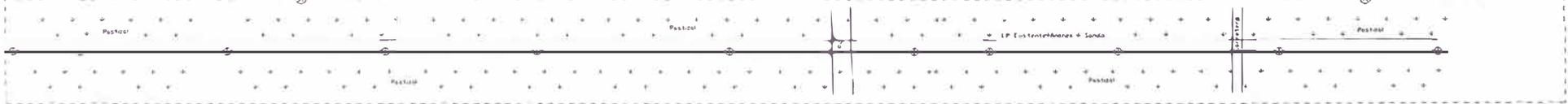
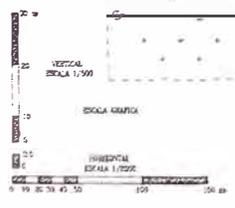
ESTACION	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
ESTACION PARCIAL	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
ESTACION ACUMULADA	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
COTA DE TERRENO	487.74	487.71	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	
TIPO DE TERRENO																						
PROPIETARIO																						



ESTACION	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
ESTACION PARCIAL	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
ESTACION ACUMULADA	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
COTA DE TERRENO	487.74	487.71	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	487.50	
TIPO DE TERRENO																						
PROPIETARIO																						

Km 8.0

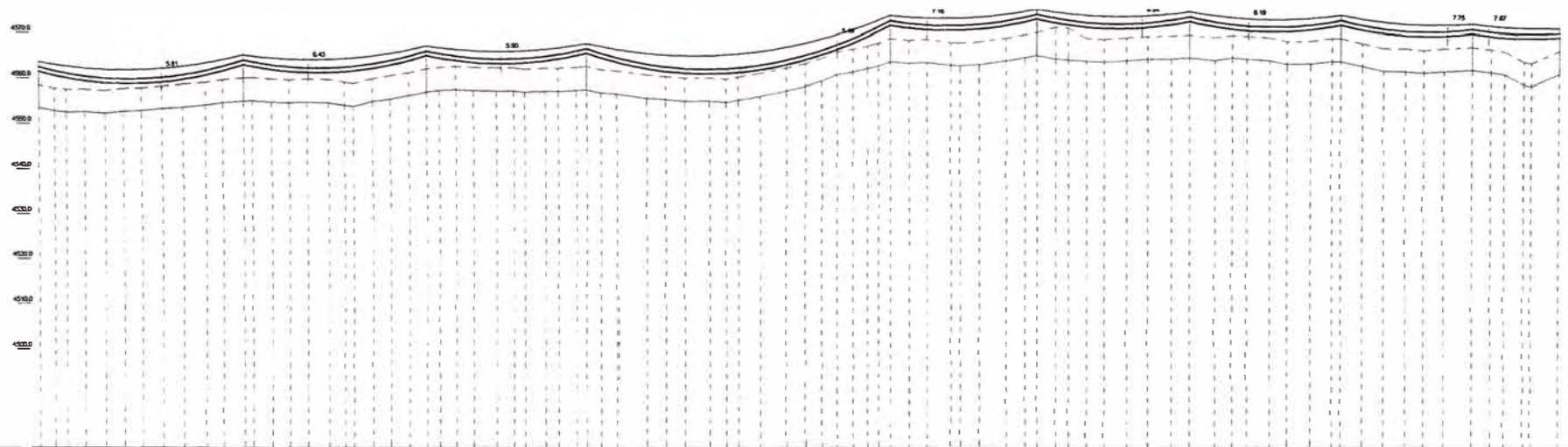
Km 9.0



<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p> <p>INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL</p>				<p>LÍNEA PRIMARIA ANAÑA - DERIVACION ORIENTAL 22,9 KV</p> <p>DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS</p>				<p>FECHA</p> <p>Abr-11</p>		<p>PLANO Nº</p> <p>LP-07</p>			
<p>CONTRATISTA / COORDINADOR</p>				<p>SUPERVISOR</p>				<p>FORMATO</p> <p>A-1</p>					
<p>ECH Q</p> <p>CRUCO</p>		<p>ECH Q</p> <p>CRUCO</p>		<p>N.F.T</p> <p>REVED</p>		<p>N.F.T</p> <p>APRUBO</p>		<p>DPTO / ECT</p> <p>ANANA</p>		<p>ESCALA</p> <p>H = 1/2000</p> <p>V = 1/500</p>		<p>HOJA</p> <p>7/11</p>	

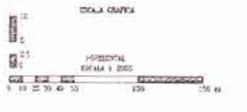
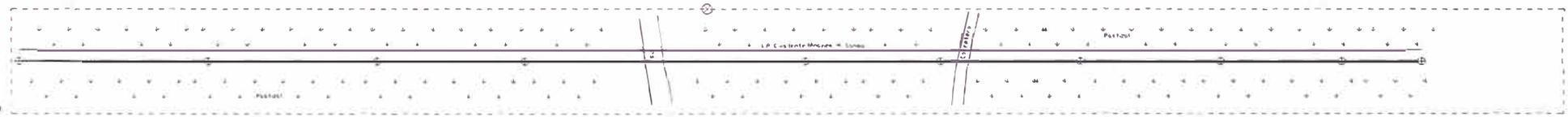


ESTACION	100+00	100+20	100+40	100+60	100+80	101+00	101+20	101+40	101+60	101+80	102+00	102+20	102+40	102+60	102+80	103+00
DISTANCIA PARCIAL	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
DISTANCIA ACUMULADA	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
COTA DE TERRENO	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
TIPO DE TERRENO																
PROPIETARIO																



ESTACION	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00
DISTANCIA PARCIAL	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
DISTANCIA ACUMULADA	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
COTA DE TERRENO	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
TIPO DE TERRENO																
PROPIETARIO																

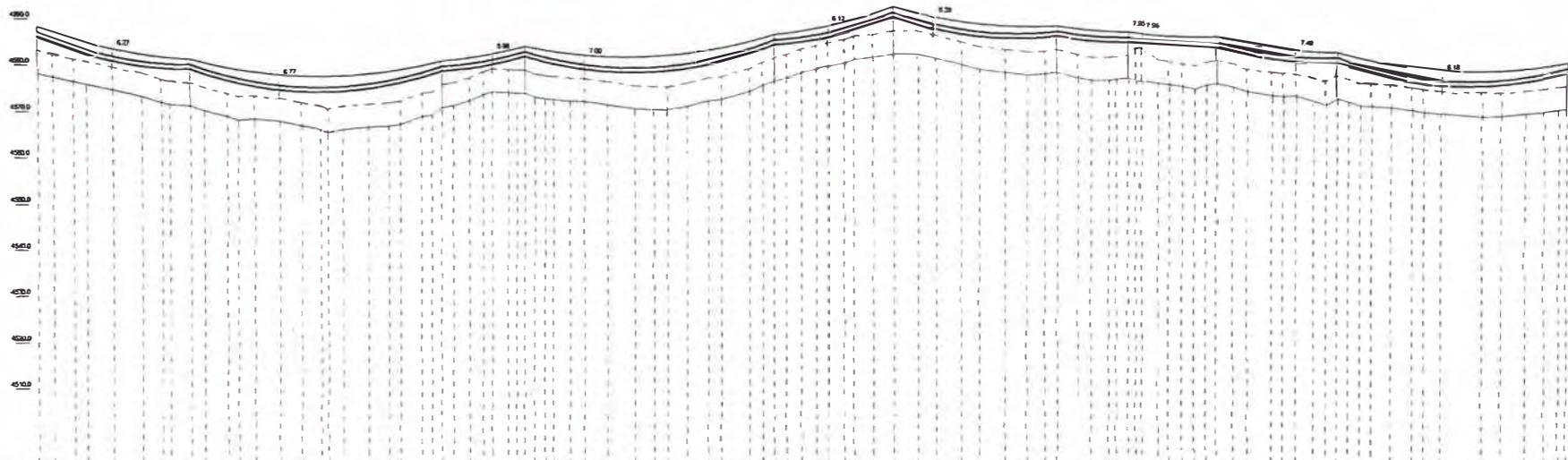
Km 11.0



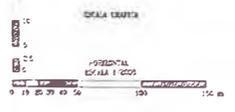
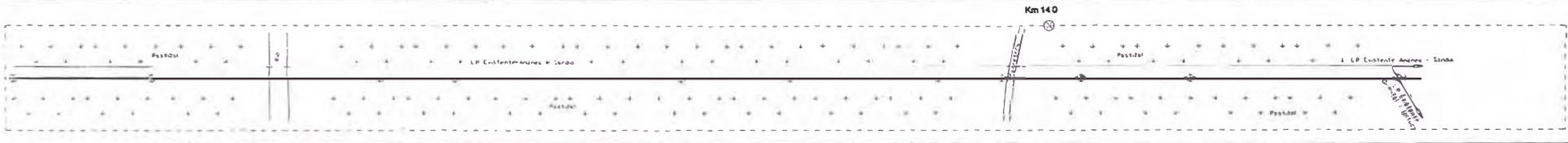
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL				<b>LINEA PRIMARIA ANANEA - DERIVACION ORIENTAL 22.9 KV</b> DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS				FECHA <b>Abril-11</b>	PLANO N.º <b>LP-09</b>
CONTRATISTA / COLABORADOR <b>A. 1</b>				SUPERVISOR <b>A. 1</b>				EDCALA H = 1/2000 V = 1/500	HOJA <b>9/11</b>
DPTO / EST <b>DIS</b>	PUNTO <b>ESDC</b>	PROY <b>DIB</b>	ESTADIA <b>ESDC</b>	DISEÑO <b>ESDC</b>	REVISOR <b>ESDC</b>	APROBADO <b>ESDC</b>	FECHA <b>APR</b>	HOJA <b>9/11</b>	



ESTACION	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
DISTANCIA PREVIA	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
DISTANCIA ACUMULADA	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
COTA DE TERRENO	4510.0	4515.0	4520.0	4525.0	4530.0	4535.0	4540.0	4545.0	4550.0	4555.0	4560.0	4565.0
TIPO DE TERRENO												
PREPATORIO												



ESTACION	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
DISTANCIA PREVIA	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
DISTANCIA ACUMULADA	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
COTA DE TERRENO	4510.0	4515.0	4520.0	4525.0	4530.0	4535.0	4540.0	4545.0	4550.0	4555.0	4560.0	4565.0
TIPO DE TERRENO												
PREPATORIO												



5					
4					
3					
2					
1					
0					

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

CORPORATISTA / COORDINADOR: \_\_\_\_\_  
 SUPERVISOR: \_\_\_\_\_  
 PERMISO: **A-1**

**LINEA PRIMARIA ANAÑA - DERIVACION ORIENTAL 22.9 KV**  
 DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS

13+26.62Km A 14+300.07Km  
 DPTO / EST: \_\_\_\_\_ PROV: \_\_\_\_\_ S.A. P.U.T.A.S. DIST: ANAÑA

FECHA	Abri-11	PLANO N°	LP-11
ESCALA:	H = 1/2000	NOA	
	V = 1/500		11/11



































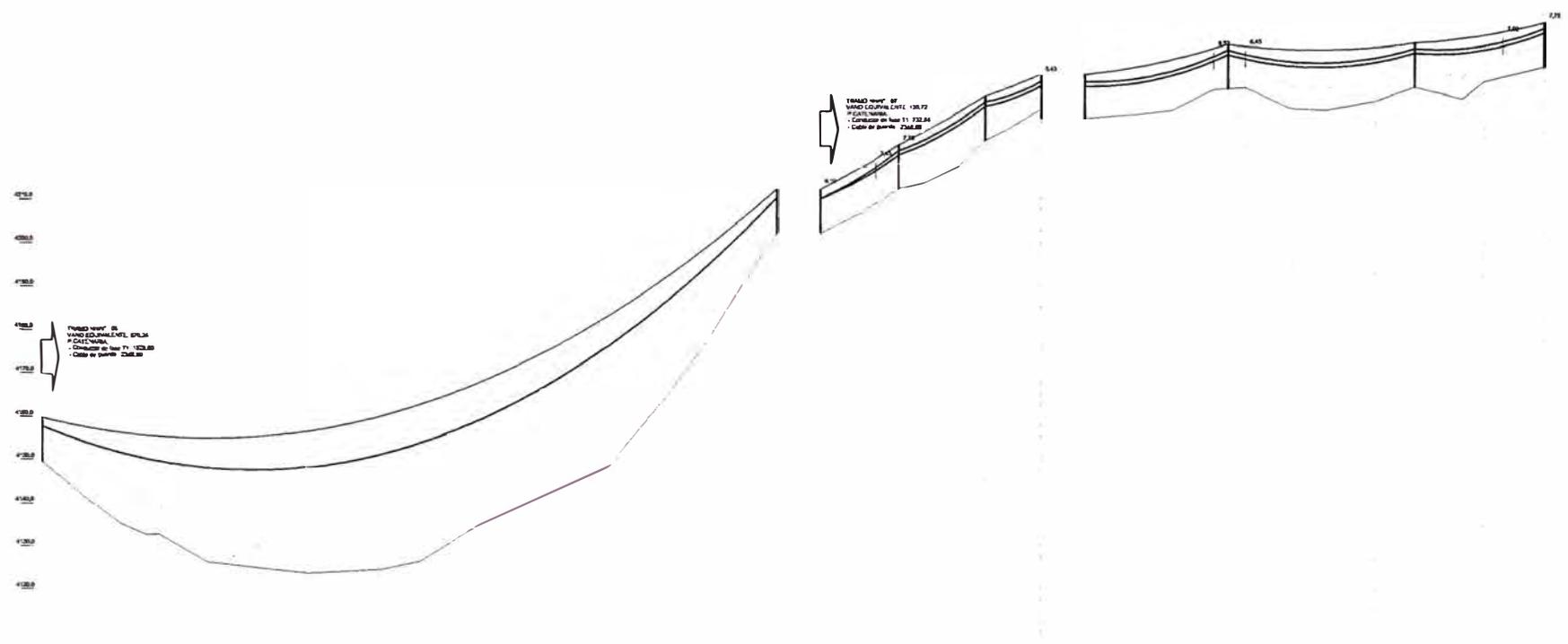




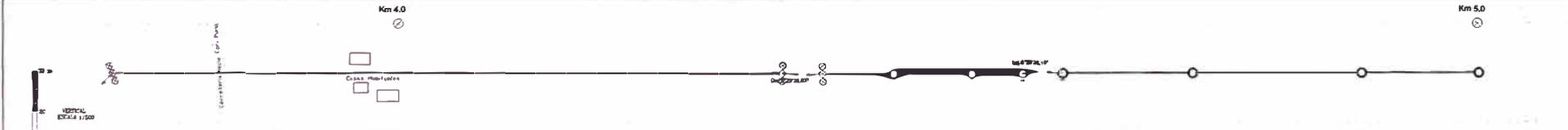




STACION	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
ELEVACION	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0
ESTACION	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
ELEVACION	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0	4780.0



ESTACION	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
DISTANCIA ACUMULADA	0+00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00	340.00	360.00	380.00	400.00	
COTA DE TERRENO	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00	4780.00
TIPO DE TERRENO	Terreno normal																					
PROPIETARIO																						



ESCALA VERTICAL: 1/2000

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

COMPARATIVA Y GENERAL ECH

SUPERVISION

HONORARIO

A-1

**REHABILITACION LINEA PRIMARIA 22.9 KV UNTUCA LLACTAPATA**

PERFIL Y PLANIMETRIA

FECHA: AGOSTO 2011

PLANO N°: LP-04

ESCALA: H = 1/2000, V = 1/500

NO. 4/6

ECHO ECHQ MFT MPT

LEGENDA: LEGA, DIBLAD, DIBLAD, REVISO, APROBADO

PROYECTO: REHABILITACION DE LA LINEA PRIMARIA 22.9 KV UNTUCA LLACTAPATA

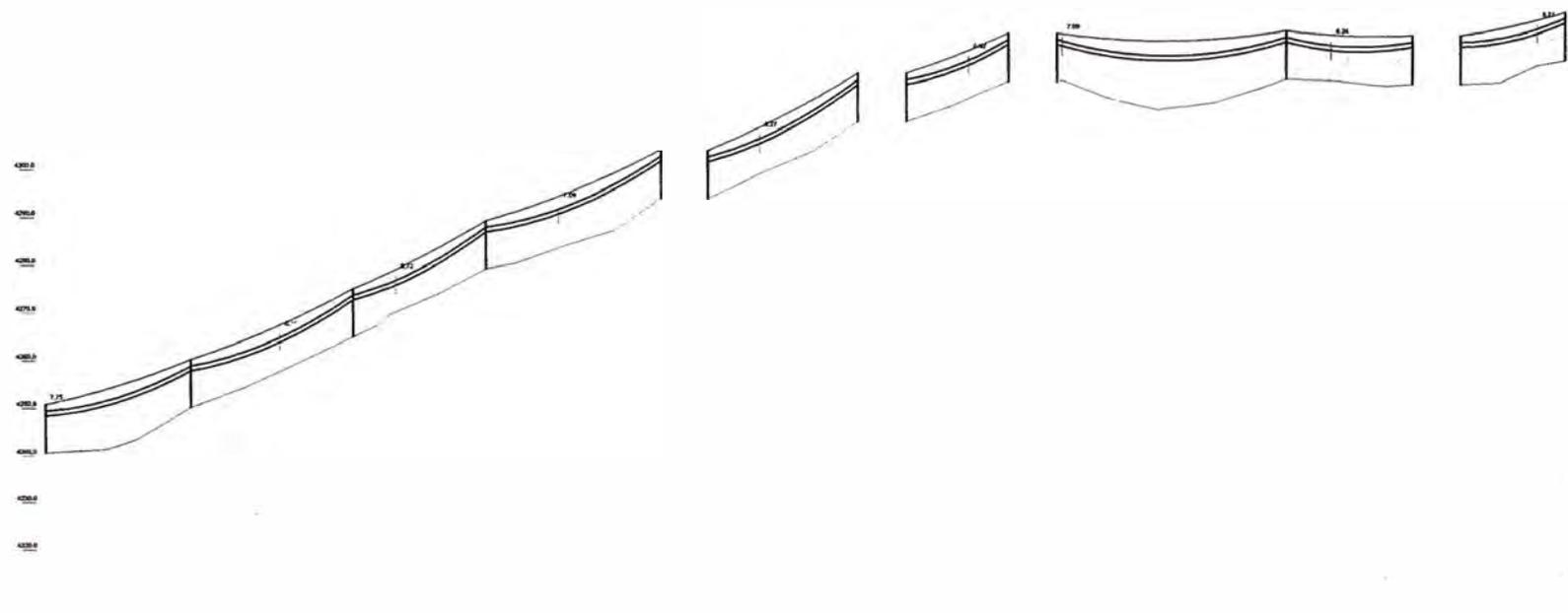
CLIENTE: COMISIÓN EJECUTIVA DE ENERGIA ELÉCTRICA DEL PERÚ

ELABORADO: [Nombre]

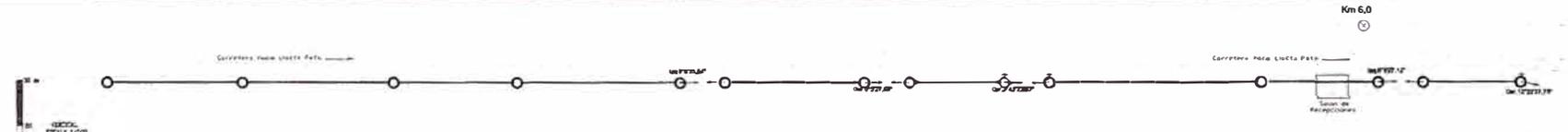
REVISADO: [Nombre]

APROBADO: [Nombre]

ESTACION	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00
ELEVACION	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5
PROFUNDIDAD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ANCHO DE CARRETERA	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ANCHO DE CARRIL	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
ANCHO DE BARRERA	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75



ESTACION	0+00	0+20	0+40	0+60	0+80	1+00	1+20	1+40	1+60	1+80	2+00	2+20	2+40	2+60	2+80	3+00	3+20	3+40	3+60	3+80	4+00	
COTA DE TERRENO	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	4381.5	
TIPO DE TERRENO	Terreno Normal																					





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

CONTRATISTA / GENERALISTA: \_\_\_\_\_  
SUPERVISOR: \_\_\_\_\_

**REHABILITACION LINEA PRIMARIA 22.9 KV UNTUCA LLACTAPATA**  
PERFIL Y PLANIMETRIA

FORMA NO: **A-1**

DPTO: EST. JUNO. PUNO. PERU. REGION. SUCRE. QUINUA. TACNA. TUMBES. UCHIS. YAUCA. ZACAYTIA.

FECHA: **AGOSTO 2011**

PLANO NO: **LP-05**

ESCALA: **H = 1/2000**  
**V = 1/500**

USBC/POON

FECHA: 06.10 06.11 06.12 07.01 07.02

**5**

**4**

**3**

**2**

**1**

5/6



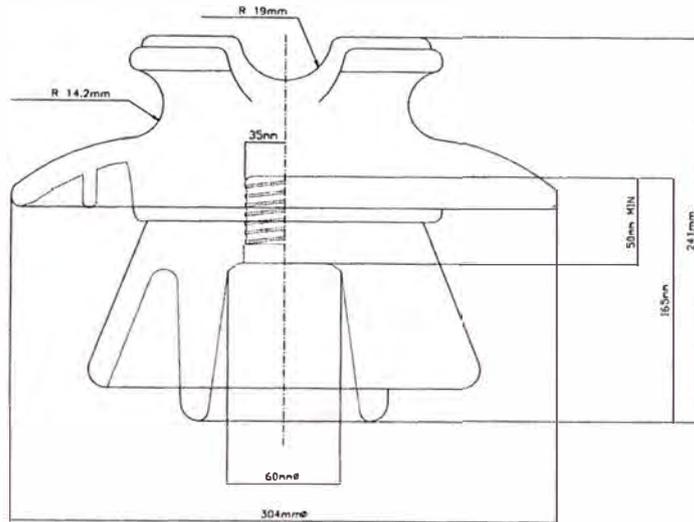
**ANEXO I**  
**TABLAS DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS PARAPOSTE DE MADERA IMPORTADA**

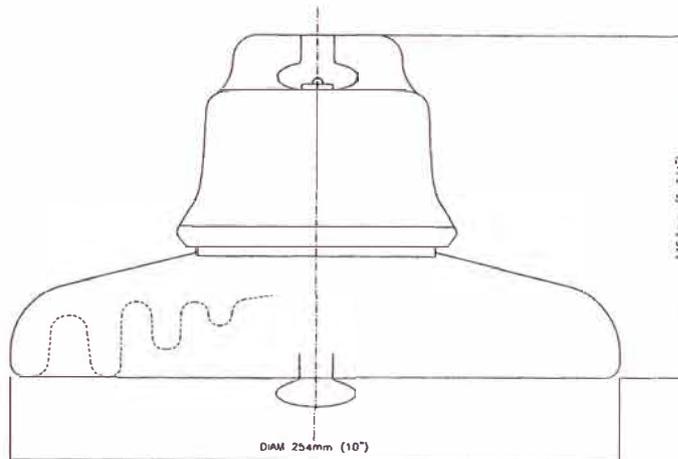
N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	ESPECIE FORESTAL NOMBRE BOTANICO NOMBRE COMERCIAL			
3.0	CLASE		6            5	
4.0	LONGITUD	m(pies)	12 (39,5)    13,7 (45)	
5.0	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA CABEZA	cm	41            48	
5.1	CIRCUNFERENCIA MAXIMA EN LA CABEZA	cm	51            59	
6.0	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA LINEA DE TIERRA	cm	70            76	
6.1	CIRCUNFERENCIA MAXIMA EN LA LINEA DE TIERRA	cm	87            94	
7.0	ESFUERZO MAXIMO DE FLEXION (++)	MPa(PSI) Kg/cm <sup>2</sup>	40 (5 850)    40 (5 850) 407,88        407,88	
8.0	CARGA DE ROTURA a 610 mm ( 24") DE LA CABEZA (++)	kN (lb)	6,67            8,44 (1 500)        (1 900)	
9.0	MODULO DE ELASTICIDAD (++)	MPa	10 200        10 200	
10.0	METODOS DE TRATAMIENTO PRESERVANTE		VACIO - PRESION	
11.0	SUSTANCIA PRESERVANTE		CCA-C y/o PENTACLOROFENOL	
12.0	RETENCION MINIMA DEL PRESERVANTE CCA-C PENTACLOROFENOL	kg/m <sup>3</sup> (pcf) kg/m <sup>3</sup> (pcf)	12,80 (0,80) 9,60 (0,60)	
13.0	PENETRACION MINIMA DEL PRESERVANTE PROFUNDIDAD DE INGRESO MINIMO DEL PRESERVANTE PORCENTAJE MINIMO DE PENETRACION EN LA ALBURA	mm (pulg) %	AWPA AWPA	
14.0	NORMAS DE FABRICACION, TRATAMIENTO Y PRUEBAS		ANSI O5.1 AWPA	
15.0	MASA POR UNIDAD	kg		
16.0	PROPUESTA DE TRES EMPRESAS PARA LA INSPECCION INDEPENDIENTE EN FABRICA  1.- 2.- 3.-			

**CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADAS DE CRUCETA DE MADERA TRATADA DE PROCEDENCIA NACIONAL**

N°	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	Especie forestal Nombre comercial Nombre botánico		Tornillo Cedrelingacatenaiformis	
3.0	Módulo de rotura	Mpa	50	
4.0	Módulo de elasticidad	Mpa	9 900	
5.0	Compresión paralela	Mpa	27,74	
6.0	Compresión perpendicular al grano	Mpa	5,58	
7.0	Cizallamiento	Mpa	7,94	
8.0	Metodo de tratamiento		Vacio-Presión	
9.0	Sustancia preservante		CCA -C	
10.0	Retencion mínima del preservante	Kg/m <sup>3</sup>	4	
11.0	Normas de fabricacion, tratamiento y pruebas		1.1.1 ITINTEC AWPA	
12.0	Masa por unidad	kg		
13.0	Propuesta de la empresa para la inspección independiente en fabrica			



AISLADOR TIPO PIN  
CLASE ANSI 56-4

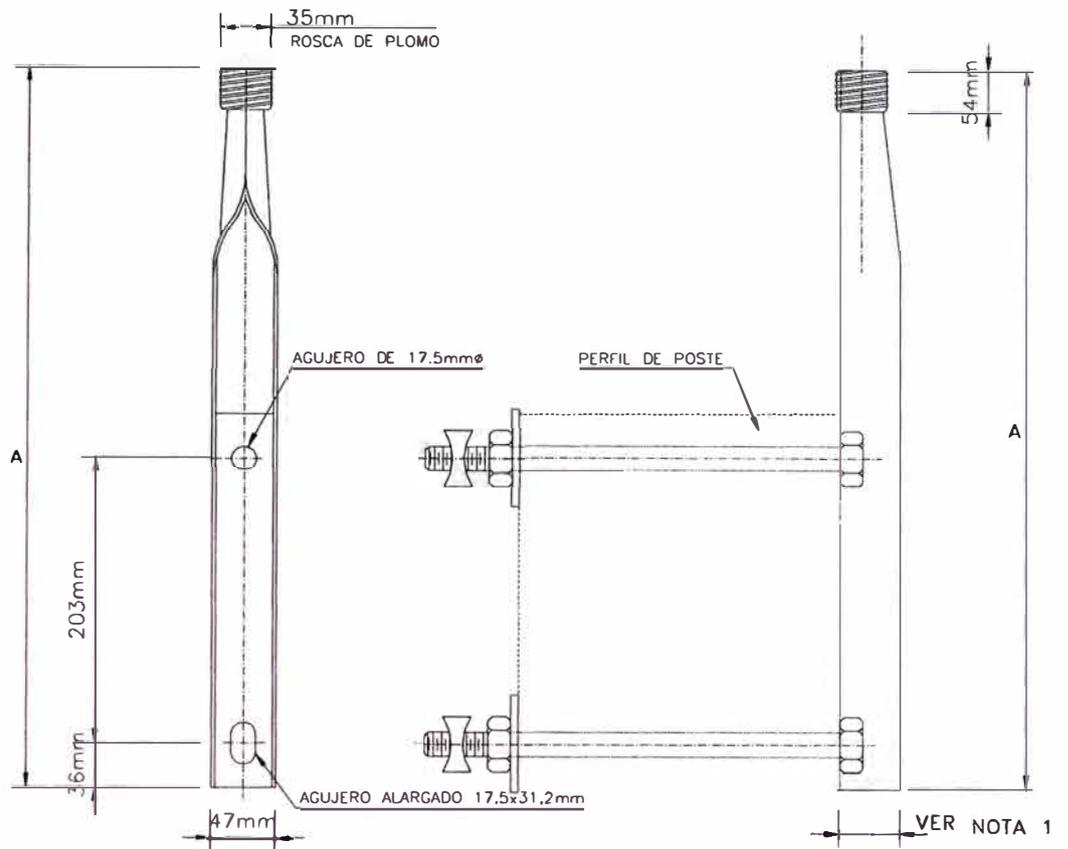


AISLADOR TIPO SUSPENSION  
CLASE ANSI 52-3

N° CANT		DESCRIPCION		N° CANT		DESCRIPCION	
DIS.	N.S.E.	CLIENTE: <b>CORI PUNO S.A.C</b>  CONTRATISTA: <b>EMPRESA DE SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C</b>		CONCESIONARIA:  <b>ELECTRO PUNO S.A</b>		AISLADORES DE PORCELANA	HDJA: 01
DIB.	N.S.E.						ESC.: S/E
REV.	R.S.E.						N° PLANO
APR.	E.S.U.						065
FECHA	ABR-11						

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-4**

N°	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado (*)
1.0	Fabricante			
2.0	Numero o código del catalogo del fabricante			
3.0	Modelo o código del aislador (según catálogo)			
4.0	Clase ansi		56-4	
5.0	Material aislante		Porcelana	
6.0	Norma de fabricacion		ANSI C 29.6	
7.0	Dimensiones:			
7.1	Diametromaximo	mm	304	
7.2	Altura	mm	241	
7.3	Longitud de linea de fuga	mm	685	
7.4	Diametro de agujero para acoplamiento	mm	35	
8.0	Caracteristicasmecanicas:			
8.1	Resistencia a la flexion	kN	13	
9.0	Caracteristicaselectricas			
9.1	Tension de flameo a baja frecuencia:			
	- En seco	kV	140	
	- Bajo lluvia	kV	95	
9.2	Tension critica de flameo al impulso:			
	- Positiva	kVp	225	
	- Negativa	kVp	310	
9.3	Tension de perforacion	kV	185	
10.0	Caracteristicas de radio interferencia:			
10.1	Prueba de tension eficaz a tierra para interferencia	kV	30	
10.2	Tensionmaxima de radio interferencia a 1000 khz, en Aislador tratado con barniz semiconductor	uV	200	
11.0	Masa por unidad	kg		
12.0	Material del roscado del agujero para la espiga de cabeza de plomo		En la porcelana	



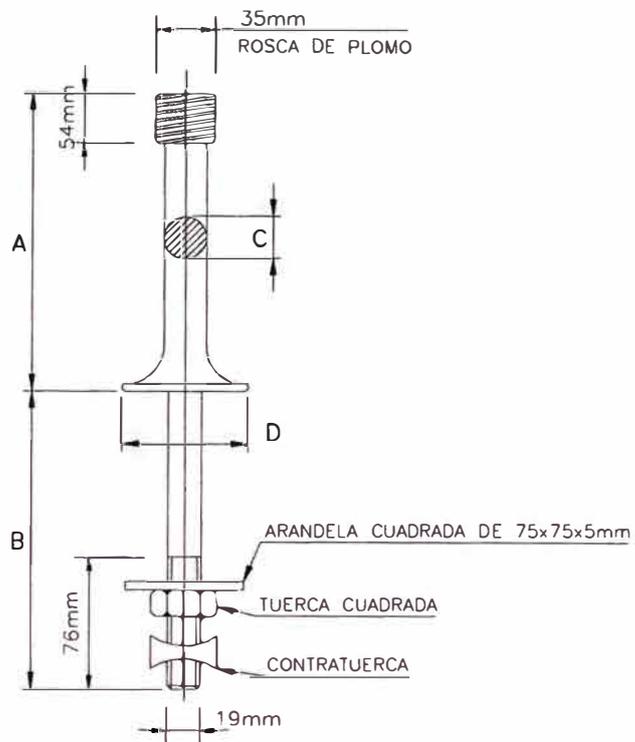
ESPIGAS PARA CABEZA DE POSTE

**NOTA 1 :**

ESTA DIMENSION SERA LA ADECUADA PARA CONSEGUIR LA CAPACIDAD MECANICA ESPECIFICADA

DIMENSIONES	
	ESPIGA PARA AISLADOR
	ANSI 56-4
A(mm)	609

N°	CANT	DESCRIPCION	N°	CANT	DESCRIPCION
DIS.	N.S.E.	CLIENTE: <b>CORI PUNO S.A.C</b>  CONTRATISTA: EMPRESA DE SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSTRUCCIONES A.C	CONCESIONARIA:  <b>ELECTRO PUNO S.A</b>		HOJA: 01  ESC: S/E N° PLANO <b>066</b>
DIB.	N.S.E.				
REV.	R.S.E.				
APR.	E.S.U.				
FECHA	ABR-11				
					ESPIGAS PARA AISLADOR TIPO PIN ESPIGAS PARA CABEZA DE POSTE



### ESPIGAS PARA CRUCETA

DIMENSIONES	
	ESPIGA PARA AISLADOR
	ANSI 56-4
A(mm)	254
B(mm)	178
C(mm)	28,6
D(mm)	89

N°	CAI	DESCRIPCION	N°	CAI	DESCRIPCION
DIS.	N.S.E.	CLIENTE: <b>CORI PUNO S.A.C</b>  CONTRATISTA: EMPRESA DE SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	CONCESIONARIA:		HOJA: 01
DIB.	N.S.E.		<b>ELECTRO PUNO S.A</b>		ESC.: S/E
REV.	R.S.E.				ESPIGAS PARA AISLADOR TIPO PIN
APR.	E.S.U.				ESPIGAS PARA CRUCETA
FECHA	ABR-11				N° PLANO
					066-A

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE ESPIGA RECTA PARA CRUCETA**

N°	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado (*)
1.0	Fabricante			
2.0	Numero o codigo del catalogo del fabricante			
3.0	Modelo o codigo del aislador (según catalogo)			
4.0	Material de fabricacion			
5.0	Clase de galvanizacionastm		B	
6.0	Aislador tipo pin con el que se usara		ANS 56-4	
7.0	Longitud sobre la cruceta	mm	254	
8.0	Longitud de empotramiento	mm	178	
9.0	Diametro de la cabeza de plomo	mm	35	
10.0	Diametro de espiga en la parte encima de la cruceta	mm	28,6	
11.0	Diametro de la espiga en la parte del empotramiento	mm	19	
12.0	Carga de prueba a 10 grados de deflexion	kN	12,04	
13.0	Norma de fabricacion y prueba	ANSI	C 135.17	
14.0	Masa por unidad	kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE ESPIGA RECTA PARA CABEZA DE POSTE**

N°	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado (*)
1.0	Fabricante			
2.0	Numero o codigo del catalogo del fabricante			
3.0	Modelo o codigo del aislador (según catalogo)			
4.0	Material de fabricacion			
5.0	Clase de galvanizacionastm		B	
6.0	Aislador tipo pin con el que se utilizara		ANS 56.4	
7.0	Longitud total	mm	609	
8.0	Diámetro de la cabeza de plomo	mm	35	
9.0	Numero de agujeros para pernos de fijacion a poste		2	
10.0	Distancia entre agujeros	mm	203	
11.0	Carga de prueba a 10 grados de deflexión - Transversal - Longitudinal	kN kN	6,67 5,40	
12.0	Norma de fabricación y pruebas	ANSI	C 135.22	
13.0	Masa por unidad	kg		

## TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE AISLADOR DE SUSPENSIÓN DE PORCELANA

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO (*)
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO ADJUNTO			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO)			
4.0	CLASE ANSI		52-3	
5.0	MATERIAL AISLANTE		PORCELANA	
6.0	MATERIAL METALICO		HIERRO MALEABLE O ACERO FORJADO	
7.0	MATERIAL DEL PASADOR		BRONCE O ACERO INOXIDABLE	
8.0	NORMA DE FABRICACION		ANSI 29.2	
9.0	DIMENSIONES:			
9.1	DIAMETRO MAXIMO	mm	273	
9.2	ESPACIAMIENTO (ALTURA)	mm	146	
9.3	LONGITUD DE LINEA DE FUGA POR AISLADOR	mm	292	
9.4	TIPO DE ACOPLAMIENTO		ANSI TIPO B	
10.0	CARACTERÍSTICAS MECANICAS:			
10.1	RESISTENCIA ELECTROMECHANICA COMBINADA	kN	70	
10.2	RESISTENCIA MECANICA AL IMPACTO	N - m	6	
10.3	RESISTENCIA A UNA CARGA CONTINUA	kN	44	
11.0	CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS			
11.1	TENSION DE FLAMEO A BAJA FRECUENCIA : - EN SECO	kV	80	
	- BAJO LLUVIA	kV	50	
11.2	TENSION CRITICA DE FLAMEO AL IMPULSO : POSITIVA	kVp	125	
	NEGATIVA	kVp	130	
11.3	TENSION DE PERFORACION	kV	110	
12.0	CARACTERÍSTICAS DE RADIO INTERFERENCIA:			
12.1	TENSION EFICAZ DE PRUEBA A TIERRA EN BAJA FRECUENCIA	kV	10	
12.2	TENSION MAXIMA DE RADIO INTERFERENCIA	uv	50	
13.0	CONEXIÓN		CASQUILLO BOLA	
14.0	MASA POR UNIDAD	kg		
15.0	COLOR		MARRON	

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE HERRAJES DE CADENAS DE AISLADORES**

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>1.0</b>	<b><u>ANILLO – BOLA</u></b>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	No. DE CATALOGO DE FABRICANTE			
1.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
1.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
1.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
1.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	70	
1.7	ACOPLAMIENTO		IEC 16	
1.8	NORMA DE FABRICACION			
1.9	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>2.0</b>	<b><u>CASQUILLO - OJO ALARGADO</u></b>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	Nº.DE CATALOGO DE FABRICANTE			
2.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
2.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
2.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
2.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	70	
2.7	ACOPLAMIENTO		IEC 16	
2.8	NORMA DE FABRICACION			
2.9	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>3.0</b>	<b><u>GRILLETE RECTO</u></b>			
3.1	FABRICANTE			
3.2	Nº. DE CATALOGO DE FABRICANTE			
3.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
3.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGÚN ASTM		C	
3.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
3.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	70	
3.7	NORMA DE FABRICACION			
3.8	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>4.0</b>	<b><u>GRILLETE PARA SUJECION DE CONTRAPESO</u></b>			
4.1	FABRICANTE			
4.2	Nº DE CATALOGO DE FABRICANTE			
4.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
4.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGÚN ASTM		C	
4.5	DIMENSIONES (adjuntar planos)	mm		
4.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	70	
4.7	NORMA DE FABRICACION			
4.8	MASA POR UNIDAD	kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE HERRAJES DE CADENAS DE AISLADORES (continuación)**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>5.0</b>	<b><u>CASQUILLO - OJO</u></b>			
5.1	FABRICANTE			
5.2	No. DE CATALOGO DE FABRICANTES			
5.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
5.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
5.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
5.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	70	
5.7	ACOPLAMIENTO		IEC 16	
5.8	NORMA DE FABRICACION			
5.9	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>6.0</b>	<b><u>OJO - BOLA</u></b>			
6.1	FABRICANTE			
6.2	Nº.DE CATALOGO DE FABRICANTE			
6.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
6.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
6.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
6.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	70	
6.7	ACOPLAMIENTO		IEC 16	
6.8	NORMA DE FABRICACION			
6.9	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>7.0</b>	<b><u>CASQUILLO - HORQUILLA</u></b>			
7.1	FABRICANTE			
7.2	Nº. DE CATALOGO DE FABRICANTE			
7.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
7.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGÚN ASTM		C	
7.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
7.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	70	
7.7	NORMA DE FABRICACION			
7.8	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>8.0</b>	<b><u>EXTENSION PLATINA</u></b>			
8.1	FABRICANTE			
8.2	Nº DE CATALOGO DE FABRICANTE			
8.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
8.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGÚN ASTM		C	
8.5	DIMENSIONES (adjuntar planos)	mm		
8.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	70	
8.7	NORMA DE FABRICACION			
8.8	MASA POR UNIDAD	kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE HERRAJES DE CADENAS DE AISLADORES (continuación)**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>9.0</b>	<b><u>ESTRIBO DE CONTRAPESO</u></b>			
9.1	FABRICANTE			
9.2	No. DE CATALOGO DE FABRICANTES			
9.3	MATERIAL		ACERO FORJADO HIERRO MALEABLE C	0
9.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM			
9.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
9.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN		
9.7	NORMA DE FABRICACION			
9.8	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>10.0</b>	<b><u>CONTRAPESO</u></b>			
10.1	FABRICANTE			
10.2	Nº.DE CATALOGO DE FABRICANTE			
10.3	MATERIAL		HIERRO FUNDIDO C	
10.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM			
10.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
10.6	NORMA DE FABRICACION			
10.7	MASA POR UNIDAD	kg	20	

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO**

	DESCRIPCIÓN	UNID.	REQUERIDO	GARANTIZADO
<b>A</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>			
1	Tipo			
2	Denominación		120 mm <sup>2</sup> AAAC	
3	Fabricante			
4	País de fabricación			
5	Normas de fabricación		IEC 1089 ASTMB398/B399	
<b>B</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES</b>			
1	Número y diámetro de alambre	Nro x mm	19 x 2,75	
2	Sección total de aleación de aluminio	mm <sup>2</sup>	120,0	
3	Diámetro exterior del conductor	mm	14,25	
4	Sección total	mm <sup>2</sup>	120,0	
<b>C</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>			
1	Peso del conductor	N/m	3,27	
2	Carga de ruptura mínima a la tracción	kN	35,56	
3	Modulo de elasticidad inicial	kN/mm <sup>2</sup>		
4	Modulo de elasticidad final	kN/mm <sup>2</sup>	60,82	
5	Coefficiente de dilatación térmica lineal	1/°C	0,000023	
<b>D</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>			
1	Resistencia eléctrica a 25°C	Ohms/km	0,2728	
2	Coefficiente de resistividad	1/°C		
3	Capacidad de corriente	Amp	300	
<b>E</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN</b>			
1	Máxima longitud del cable sobre el carrete	m		
2	Peso máximo de expedición de un carrete	kN		
3	Tolerancia máxima admisible sobre el peso del conductor acabado	%		
<b>F</b>	<b>ALAMBRES COMPONENTES</b>			
1	Carga de ruptura mínima a tracción	kN/mm <sup>2</sup>		
2	Alargamiento a rotura	%		
3	Conductividad eléctrica	mím % IAC S		
4	Resistividad eléctrica	ohm-mm <sup>2</sup> /m		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE AMORTIGUADORES PARA CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDA**

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO		VALOR GARANTIZADO
1.0	<u>AMORTIGUADOR TIPO</u> <u>STOCBRIDGE PARA CONDUCTOR</u> <u>DE ALEACION DE ALUMINIO</u>				
1.1	FABRICANTE				
1.2	MATERIAL DE LA GRAPA		ALEACION	DE	
1.3	MATERIAL DE LAS PESAS		ALUMINIO		
1.4	MOMENTO DE INERCIA	cm <sup>4</sup>	ZINC		
1.5	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	120		
1.6	NORMA DE FABRICACION				
1.7	MASA POR UNIDAD				

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME DEL CONDUCTOR**

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	<u>GRAPA DE SUSPENSION</u>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	NUMERO DE CATALOGOS DE FABRICANTE			
1.3	MATERIAL		ALEACION ALUMINIO	DE
1.4	DIAMETRO DE CONDUCTOR SIN INCLUIR VARILLAS DE ARMAR	mm	17,23	
1.5	ANGULO DE SALIDA DE LA GRAPA	Grados	15	
1.6	CARGA DE ROTURA ESPECIFICADA	KN	70	
1.7	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	25	
1.8	NORMA DE FABRICACION			
1.9	MASA POR UNIDAD	kg		
2.0	<u>GRAPA DE ANCLAJE</u>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
2.3	MATERIAL		ALEACION ALUMINIO	DE
2.4	DIAMETRO DE CONDUCTOR	mm	17,23	
2.5	CARGA DE ROTURA ESPECIFICADA		70	
2.6	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	90	
2.7	NORMA DE FABRICACION			
2.8	MASA POR UNIDAD	kg		
3.0	<u>MANGUITO DE EMPALME</u>			
3.1	FABRICANTE			
3.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
3.3	MATERIAL		ALEACION ALUMINIO	DE
3.4	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	120	
3.5	LONGITUD			
3.6	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	90	
3.7	NUMERO DE COMPRESIONES REQUERIDAS			
3.8	MASA POR UNIDAD	kg		
4.0	<b>VARILLA DE ARMAR</b>			
4.1	Fabricante			
4.2	Numero de catalogo de fabricante			
4.3	Material		Aleación de Aluminio	
4.4	Dimensiones (adjuntar planos)	mm		
4.5	Sección de conductor a aplicarse	mm <sup>2</sup>	120	
4.6	Numero de alambres			
4.7	Masa por unidad	Kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME DEL CONDUCTOR (Continuación)**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
4.0	<u>MANGUITO DE REPARACION</u>			
4.1	FABRICANTE			
4.2	NUMERO DE CATALOGOS DE FABRICANTE			
4.3	MATERIAL		ALEACION ALUMINIO	DE
4.4	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	120	
4.5	LONGITUD	m		
4.6	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC (*)	90	
4.7	NUMERO DE COMPRESIONES REQUERIDAS			
4.9	MASA POR UNIDAD	kg		
6.0	<u>CONECTOR DE VIAS PARALELAS</u>			
6.1	FABRICANTE			
6.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
6.3	MATERIAL		ALUMINIO	
6.4	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	120	
6.5	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	20	
6.6	TORQUE DE APRIETE RECOMENDADO	N-m		
6.7	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
6.8	NORMA DE FABRICACION			
6.9	MASA POR UNIDAD	kg		
7.0	VARILLA DE ARMAR			
7.1	FABRICANTE			
7.2	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
7.3	MATERIAL		ALEACION ALUMINIO	DE
7.4	DIMENSIONES (adjuntar planos)	mm		
7.5	SECCION DE CONDUCTOR A APLICARSE	mm <sup>2</sup>	120	
7.6	NUMERO DE ALAMBRES			
7.7	MASA POR UNIDAD	kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE CABLE DE ACERO PARA RETENIDAS**

<b>N°</b>	<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Requerido</b>	<b>Valor Garantizado (*)</b>
1.0	Fabricante			
2.0	Pais de fabricacion			
3.0	Numero de catalogo del fabricante			
4.0	Material		Acero	
5.0	Grado			
6.0	Clase de galvanizado según norma ASTM		B	
7.0	Diametro nominal	mm	10	
8.0	Numero de alambres		7	
9.0	Diametro de cada alambre	mm	3,05	
10.0	Seccion nominal	mm <sup>2</sup>	50	
11.0	Carga de rotura minima	kN	30,92	
12.0	Sentido del cableado		Izquierdo	
13.0	Masa	kg/m	0,400	
14.0	Norma de fabricacion	ASTM	A 475	

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS  
PARA ESTRUCTURAS Y CRUCETAS**

**GARANTIZADOS DE ACCESORIOS METALICOS**

Nº	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado (*)
<b>1.0</b>	<b>PERNOS MAQUINADOS</b>			
1.1	Fabricante			
1.2	Material de fabricacion		Acero	
1.3	Clase de galvanizacionsegunastm		b	
1.4	Norma de fabricacion	Ansi C 135.1		
1.5	Carga de rotura minima			
1.5.1	Perno de 13 mm	kN	55	
1.5.2.	Perno de 16 mm	kN	70	
1.6	Masa por unidad			
1.6.1.	Perno de 13 mm diám. x 254 mm	kg		
1.6.2.	Perno de 16 mm diám. x 254 mm	kg		
1.6.3.	Perno de 16 mm diám. x 305 mm	kg		
1.6.4.	Perno de 16 mm diám. x 356 mm	kg		
1.6.5.	Perno de 16 mm diám. x 508 mm	kg		
1.7	Forma de la cabeza y tuerca del perno		Cuadrada	
1.8	Tipo de contrauerca cuadrada		Doble concavidad	
<b>2.0</b>	<b>PERNO OJO</b>			
2.1	Fabricante			
2.2	Material de fabricacion		Acero	
2.3	Clase de galvanizacionsegunastm		b	
2.4	Dimensiones			
2.4.1.	Longitud	mm	305	
2.4.2	Diametro	mm	16	
2.5	Norma de fabricacion		ANSI c 135.4	
2.6	Carga mínima de rotura	kN	70	
2.7	Masa por unidad	kg		
2.8	Forma de la tuerca del perno		Cuadrada	
2.9	Tipo de contrauerca cuadrada		Doble concavidad	
<b>3.0</b>	<b>TUERCA – OJO</b>			
3.1	Fabricante			
3.2	Material de fabricacion			
3.3	Clase de galvanizacionastm		b	
3.4	Dimensiones	mm		
3.5	Diametro del perno a conectar	mm	16	
3.6	Norma de fabricacion	ANSI C 135.5		
3.7	Carga mínima de rotura	kN	70	
3.8	Masa por unidad	kg		
<b>4.0</b>	<b>PERNO TIPO DOBLE ARMADO</b>			
4.1	Fabricante			
4.2	Material de fabricacion		Acero	
4.3	Clase de galvanizado segunastm		b	
4.4	Dimensiones			
4.4.1	Diametro	mm	16	
4.4.2	Longitud	mm	508	
4.5	Norma de fabricacion			
4.6	Carga mínima de rotura	kN	70	
4.7	Forma de las cuatro tuercas del perno		Cuadrada	
4.8	Tipo de las cuatro contrauercas cuadradas		Doble concavidad	

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS ACCESORIOS METALICOS PARA ESTRUCTURAS Y CRUCETAS (Continuación)**

N°	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado (*)
<b>10.0</b>	<b>PERNO CON HORQUILLA</b>			
10.1	Fabricante			
10.2	Material de fabricación		acero	
10.3	Clase de galvanización según astm		b	
10.4	Longitud del perno	mm	203	
10.5	Diametro del perno	mm	19	
10.6	Longitud de la horquilla	mm	35	
10.7	Diametro y longitud del pin con pasador	mm		
10.8	Carga mínima de rotura	kN	70	
10.9	Norma para inspeccion y prueba		une 21-158-90	
10.10	Masa por unidad	kg		
10.11	Forma de la tuerca del perno		cuadrada	
10.12	Tipo de contrauerca cuadrada		doble concavidad	
<b>13</b>	<b>ARANDELA PLANA CUADRADA</b>			
13.1	Fabricante			
13.2	Material		Acero	
13.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
13.4	Dimensiones			
13.4.1	Lado	mm	57	
13.4.2	Espesor	mm	5	
13.4.3	Diámetro del agujero central	mm	19	
13.5	Carga mínima de rotura por corte	kN	70	
13.6	Norma para inspección y prueba		une 21-158-90	
13.7	Masa por unidad	kg		
<b>14</b>	<b>ARANDELA CUADRADA CURVA</b>			
14.1	Fabricante			
14.2	Material de fabricación		Acero	
14.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
14.4	Dimensiones			
14.4.1	Lado	mm	57	
14.4.2	Espesor	mm	5	
14.4.3	Diametro del agujero central	mm	19	
14.4.4	Radio curvatura	mm		
14.4.5	Carga mínima de rotura por corte	kN	70	
14.4.6	Norma para inspección y prueba		une 21-158-90	
14.4.7	Masa por unidad	kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DE ACCESORIOS METALICOS PARA RETENIDAS**

Nº	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado (*)
<b>1.0</b>	<b>Varilla de Anclaje con Ojal - Guardacabo</b>			
1.1	Fabricante			
1.2	Material		Acero forjado	
1.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
1.4	Dimensiones			
	. Longitud	m	2,40	
	. Diametro	mm	16	
1.5	Carga de rotura mínima	kN	70	
1.6	Masa por unidad	kg		
1.7	Norma de fabricación		ANSI C 135.2	
<b>2.0</b>	<b>Arandela Cuadrada para Anclaje</b>			
2.1	Fabricante			
2.2	Material		Acero	
2.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
2.4	Dimensiones			
	. Lado	mm	102	
	. Espesor	mm	5	
	. Diametro de agujero central	mm	18	
2.5	Carga maxima de corte	kN	70	
2.6	Masa por unidad	kg		
2.7	Norma para inspeccion y prueba		UNE 21-158-90	
<b>3.0</b>	<b>Perno Angular con Ojal - Guardacabo</b>			
3.1	Fabricante			
3.2	Material		Acero forjado	
3.3	Clase de galvanización ASTM		B	
3.4	Dimensiones:			
	. Longitud del perno	mm	254 y 305	
	. Diametro del perno	mm	16	
3.5	Carga de rotura minima a traccion o corte	kN	70	
3.6	Masa por unidad	kg		
3.7	Norma de fabricacion		ANSI C 135.4	
<b>4.0</b>	<b>Mordaza Preformada</b>			
4.1	Fabricante			
4.2	Material		acero	
4.3	Diametro de cable a sujetar	mm	10	
4.4	Carga maxima de trabajo	kN		
4.5	Dimensiones (adjuntar planos)	mm		
4.6	Masa por unidad	kg		
4.7	Norma para inspeccion y prueba		UNE 21-158-90	

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS  
ACCESORIOS METALICOS PARA RETENIDAS (Continuación)**

Nº	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado (*)
<b>5.0</b>	<b>Ojal - Guardacabo Angular</b>			
5.1	Fabricante			
5.2	Material		Acero forjado	
5.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
5.4	Diametro del perno al que se conectara	mm	16	
5.5	Carga de rotura mínima a traccion o corte	kN	70	
5.6	Dimensiones (adjuntar planos)	m		
5.7	Masa por unidad	kg		
5.8	Norma de fabricacion		ANSI C 135.5	
<b>6.0</b>	<b>Placa de Fijacion para Perno Angular</b>			
6.1	Fabricante			
6.2	Material		Acero	
6.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
6.4	Dimensiones	mm	63,5x177,8	
6.5	Masa por unidad	kg		
6.6	Norma de fabricacion			
6.7	Características del tirafondo			
	. Fabricante			
	. Material		Acero	
	. Dimensiones	mm	101,6 x 12,7	
	. Masa por unidad	kg		
	. norma de fabricacion		ANSI C 135.3	
<b>7.0</b>	<b>Arandela Curva</b>			
7.1	Fabricante			
7.2	Material		Acero forjado	
7.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
7.4	Dimensiones	mm		
7.5	Carga de rotura minima a traccion o corte	kN	70	
7.6	Masa por unidad	kg		
7.7	Norma para inspeccion y prueba		UNE 21-158-90	

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DEL ELECTRODO Y CONECTORES**

N°	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado (*)
<b>A</b>	<b>ELECTRODO</b>			
1.0	Fabricante			
2.0	Material		Acero recubierto con cobre	
3.0	Norma de fabricacion			
4.0	Diametro	mm	16	
5.0	Longitud	m	2,40	
6.0	Seccion	mm <sup>2</sup>	196	
7.0	Espesor minimo de capa de cobre	mm	0,27	
8.0	Resistencia electrica a 20 °c	Ohm		
9.0	Masa del electrodo	kg		
<b>B</b>	<b>CONECTOR</b>			
1.0	Fabricante			
2.0	Material		Aleación de cobre	
3.0	Diametro de electrodo	mm	16	
4.0	Seccion del conductor	mm <sup>2</sup>	16	
5.0	Norma de fabricación			
6.0	Masa del conector	kg		
<b>C</b>	<b>CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO</b>			
1.0	Fabricante			
2.0	Material		COBRE	
3.0	Norma de fabricacion			
4.0	Diametro del conductor principal	mm	5,1	
5.0	Diametro del conductor secundario	mm	5,1	
6.0	Numero de catalogo del fabricante			
7.0	Torque de ajuste recomendado	N-m		
8.0	Dimensiones (adjuntar planos)			
9.0	Masa por unidad	kg		
<b>D</b>	<b>CABLE DE PUESTA A TIERRA</b>			
1.0	Fabricante			
2.0	Material		Acero	
3.0	Norma de fabricacion	ASTM	A 475	
4.0	Clase de galvanización según ASTM		B	
5.0	Diametro	"	3/8	
6.0	Masa por unidad	kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DEL SECCIONADOR – FUSIBLE TIPO EXPULSION**

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO ADJUNTO			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO ADJUNTO)			
4.0	PAIS DE FABRICACION			
5.0	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS		ANSI C-7.42	
6.0	INSTALACION		EXTERIOR	
7.0	CORRIENTE NOMINAL	A	100	
8.0	TENSION NOMINAL DEL EQUIPO	kV	27/38	
9.0	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO SIMETRICA	KA	5,0	
10.0	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ASIMETRICA	kA	8,0	
11.0	NIVEL DE AISLAMIENTO			
11.1	TENSION DE SOSTENIMIENTO A LA ONDA DE IMPULSO (BIL), ENTRE FASE Y TIERRA Y ENTRE FASES	kVp	150	
11.2	TENSION DE SOSTENIMIENTO A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL ENTRE FASES, EN SECO, 1 min	KV	70	
11.3	TENSION DE SOSTENIMIENTO A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL ENTRE FASE Y TIERRA, HUMEDO, 10 s	kV	60	
12.0	MATERIAL AISLANTE DEL CUERPO DEL SECCIONADOR		PORCELANA	
13.0	LONGITUD DE LINEA DE FUGA MINIMA (fase-tierra)	mm	625	
14.0	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
15.0	MATERIAL DEL TUBO PORTAFUSIBLE		FIBRA DE VIDRIO	
16.0	MASA DEL SECCIONADOR – FUSIBLE	kg		
17.0	COLOR DEL AISLADOR			

## TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS DEL PARARRAYOS, SISTEMA

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO ADJUNTO			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO ADJUNTO)			
4.0	PAIS DE FABRICACIÓN			
5.0	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS		IEC 99 - 4	
6.0	CLASE DE DESCARGA DE LINEA		1	
7.0	INSTALACION		EXTERIOR	
8.0	TENSION NOMINAL DE LA RED	kV	22,9	
9.0	TENSION MAXIMA DE SERVICIO	kV	25	
10.0	FRECUENCIA NOMINAL	Hz	60	
11.0	TENSION NOMINAL DEL PARARRAYOS	kV	21	
12.0	TENSION DE OPERACION CONTINUA (COV)	kV	17	
13.0	CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA EN ONDA 8/20	kA	10	
14.0	TENSION RESIDUAL MAXIMA A CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA (10 kA - 8/20)	kV	62,5	
15.0	MATERIAL DE LAS RESISTENCIAS NO LINEALES		OXIDO DE ZINC	
16.0	MASA DEL PARARRAYOS	kg		
17.0	ALTITUD DE OPERACIÓN	msnm	4700	
18.0	CARACTERISTICAS DEL AISLADOR			
18.1	MATERIAL		GOMA SILICON	
18.2	NIVEL DE AISLAMIENTO AL IMPULSO 1,2/50	kV	150	
18.3	LONGITUD DE LINEA DE FUGA MINIMA (fase-tierra)	mm	625	

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] [CONE07] A. J. Conejo, “*Instalaciones Eléctricas*”. McGraw-Hill/Interamericana de España, 2007.
- [2] [IEEE04] IEEE, “*IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines*”, IEEE Std1410™-2004, 2004.
- [3] [IEEE00] IEEE, “*Guide for Safety in AC Substation Grounding*”, IEEE Std 80-2000, 2000.
- [4] [WILD07] Theodore Wildi. “*Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia*”. Prentice Hall, 2007.
- [5] [CNE11] MEM, “*Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011)*”. Resolución Ministerial N 214-2011-MEM/DM, 2011.
- [6] [LCE09] MEM, “*Ley de Concesiones Eléctricas (LCE)*”. Decreto Ley N° 25844, 2009.
- [7] [RLCE09] MEM, “*Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (RLCE)*”. Decreto Supremo N° 009-93-EM, 2009.
- [8] [OSIN09] OSINERG, “*Estudio para la Determinación del Plan de Inversiones en Transmisión del Área de Demanda 11 - Regulación para el período 2009-2013*”, Informe N° 0212-2009-GART, 2009, pp.1425-1431, 1990.
- [9] [RUS98] USDA/RUS, “*Specification and Drawing 24,9kV/14,3kV Line Construction*”, RUS\_Bulletin\_1728F-803, 1998.
- [10] [DGE03] DGE/MEM “*Especificaciones Técnicas de Soportes Normalizados para Líneas y Redes Primarias*”, R.D. 024-2003-EM, 2003.