

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**MONTAJE DE LA LINEA DE TRANSMISION 60 kV**  
**SE CAJABAMBA – SE MORENA**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**JESUS ANTONIO CHUQUILLANQUI SANCHEZ**

**PROMOCION: 2003 - I**

**LIMA – PERÚ**  
**2009**

**MONTAJE DE LA LINEA DE TRANSMISION 60 kV  
SE CAJABAMBA – SE MORENA**

*A mis padres, hermanos en agradecimiento a su constante apoyo y confianza; en especial para mis hijos Joaquín y Sebastián que son la fuente de mi inspiración, sueños y superación.*

## INDICE

<b>PROLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Marco General</b>	<b>2</b>
1.1.1 Ubicación de la Obra	2
1.1.2 Área de Influencia	2
1.1.3 Características Geográficas	2
1.1.4 Características Climáticas	2
1.1.5 Infraestructura Vial	3
1.1.6 Demanda Eléctrica	4
1.1.7 Actividades Económicas	4
1.1.8 Evaluación Económica	4
<b>1.2 Descripción de la Obra</b>	<b>5</b>
1.2.1 Generalidades	5
1.2.2 Características del Equipamiento	7
<b>1.3 Criterios de Diseño de la Ingeniería de Detalle</b>	<b>13</b>
1.3.1 Generalidades	13
1.3.2 Diseño Eléctrico	13
1.3.3 Diseño Mecánico	13
1.3.4 Fundaciones	17
1.3.5 Rellenos	18
<b>1.4 Servidumbre</b>	<b>18</b>
<b>1.5 Cronograma de Obra</b>	<b>18</b>
<b>CAPITULO II</b>	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Conductor de Aleación de Aluminio AAAC</b>	<b>19</b>
2.1.1 Alcance	19
2.1.2 Normas de Fabricación	19
2.1.3 Descripción del Material	19
<b>2.2 Accesorios del Conductor de Aleación de Aluminio</b>	<b>21</b>



2.2.1	Generalidades	21
2.2.2	Normas Aplicables	21
2.2.3	Alcances	21
2.2.4	Descripción del Material	21
<b>2.3</b>	<b>Aisladores</b>	<b>24</b>
2.3.1	Alcances	24
2.3.2	Normas Aceptables	24
2.3.3	Condiciones Ambientales	24
2.3.4	Condiciones de Operación	24
2.3.5	Características Técnicas	24
<b>2.4</b>	<b>Accesorios de las Cadenas de Aisladores</b>	<b>26</b>
2.4.1	Generalidades	26
2.4.2	Normas Aplicables	26
2.4.3	Alcances	26
2.4.4	Descripción del Material	26
<b>2.5</b>	<b>Accesorios Complementarios de las Cadenas de Aisladores</b>	<b>31</b>
2.5.1	Alcance	31
2.5.2	Normas Aplicables	31
2.5.3	Descripción de los Accesorios	31
<b>2.6</b>	<b>Estructuras Metálicas de Celosía</b>	<b>33</b>
2.6.1	Alcance	33
2.6.2	Normas Aplicables	33
2.6.3	Descripción de las Estructuras	33
2.6.4	Accesorios	34
2.6.5	Puesta a Tierra de las Torres	35
<b>2.7</b>	<b>Sistemas de Puesta a Tierra y Accesorios</b>	<b>35</b>
2.7.1	Alcance	35
2.7.2	Normas Aplicables	35
2.7.3	Descripción de los Materiales	35
<b>2.8</b>	<b>Cable de Guarda</b>	<b>36</b>
2.8.1	Alcances	36
2.8.2	Normas Aplicables	36
2.8.3	Descripción del Cable de Guarda	36
2.8.4	Material	36
2.8.5	Cableado	36

<b>2.9</b>	<b>Accesorios del Cable de Guarda</b>	<b>39</b>
2.9.1	Generalidades	39
2.9.2	Normas Aplicables	39
2.9.3	Alcances	39
2.9.4	Características Generales	39
<b>CAPITULO III</b>		
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE</b>		<b>42</b>
<b>3.1</b>	<b>Montaje de Estructuras</b>	<b>42</b>
3.1.1	Objetivo	42
3.1.2	Alcance	42
3.1.3	Montaje de Estructuras	42
3.1.4	Descripción del Montaje de Estructuras	43
<b>3.2</b>	<b>Tendido de Conductor y Cable de Guarda</b>	<b>46</b>
3.2.1	Objetivo	46
3.2.2	Alcance	46
3.2.3	Tendido de Conductor y Cable de Guarda	46
<b>3.3</b>	<b>Obras Civiles</b>	<b>48</b>
3.3.1	Objetivo	48
3.3.2	Alcance	48
3.3.3	Documentos de Referencia	48
3.3.4	Procedimientos Constructivos	49
<b>CAPITULO IV</b>		
<b>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS</b>		<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>51</b>
<b>4.2</b>	<b>Objetivo</b>	<b>51</b>
<b>4.3</b>	<b>Premisas de Cálculos</b>	<b>51</b>
4.3.1	Generalidades	51
4.3.2	Zonificación	51
4.3.3	Distancias Mínimas de Seguridad	52
4.3.4	Características de los Conductores	52
4.3.5	Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductores	52
4.3.6	Hipótesis de Cálculo Mecánico de Estructuras	53
<b>4.4</b>	<b>Cálculos Eléctricos</b>	<b>55</b>
4.4.1	Capacidad de Transporte de la Línea 60 kV	55
4.4.2	Cálculo de la Caída de Tensión, $\Delta U$ , a la Máxima Capacidad de Transporte	56
4.4.3	Selección de Aislamiento y Cálculo de Distancias de Seguridad	57

4.4.5	Justificación del Cable de Guarda	64
4.4.6	Posicionamiento del Cable de Guarda y Fallas por apantallamiento	65
4.4.7	Fallas por Flameo Inverso	70
<b>4.5</b>	<b>Cálculos Mecánicos</b>	72
4.5.1	Cálculo Mecánico del Conductor y Cable de Guarda	72
4.5.2	Cálculo Mecánico de Estructuras	75
4.5.3	Diseños Estructurales de las Torres	81
4.5.4	Altura de Amarre del Conductor y Cable de Guarda en las Torres	87
<b>4.6</b>	<b>Sistemas de Puesta a Tierra</b>	88
4.6.1	Introducción	88
4.6.2	Criterios Adoptados	88
4.6.3	Diseños de los Sistemas de Puesta a Tierra	88
<b>CAPITULO V</b>		
<b>PRUEBAS DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 60 kV</b>		90
<b>5.1</b>	<b>Equipos Utilizados</b>	90
<b>5.2</b>	<b>Metodología de las Pruebas en Blanco</b>	90
5.2.1	Medida de la Resistencia Dieléctrica entre conductores	90
5.2.2	Medida de la Resistencia Eléctrica de los conductores de fase	91
5.2.3	Medida de la Impedancia Directa	91
5.2.4	Medida de la Impedancia Homopolar	91
5.2.5	Medida de la Impedancia Mutua y Propia	92
<b>CAPITULO VI</b>		
<b>METRADOS Y PRESUPUESTO FINAL</b>		93
<b>6.1</b>	<b>Metrados y Presupuesto Final</b>	93
<b>6.2</b>	<b>Precios Unitarios No Contractuales</b>	94
6.2.1	Precios Unitarios de Ubicación de Estructuras	94
6.2.2	Precios Unitarios de Excavación	95
6.2.3	Precios Unitarios de Montaje de Estructuras	95
6.2.4	Precios Unitarios de Armado de Puestas a Tierras	96
<b>CAPITULO VII</b>		
<b>INFORME GEOTECNICO</b>		102
<b>7.1</b>	<b>Introducción</b>	102
<b>7.2</b>	<b>Mapa Geológico-Geotécnico</b>	102
<b>7.2</b>	<b>Conclusiones</b>	

**CAPITULO VIII**

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>103</b>
<b>8.1</b> Introducción	103
<b>8.2</b> Objetivos	103
<b>8.3</b> Marco Legal	103
<b>8.4</b> Características Principales	105
<b>8.5</b> Metodología de la Línea Base Ambiental	106
<b>8.6</b> Evaluación Arqueológica	106
<b>8.7</b> Determinación de Impactos Ambientales	107
<b>8.8</b> Plan de Manejo Ambiental	110
<b>8.9</b> Programa de Monitoreo	119
<b>8.10</b> Plan de Contingencia	121
<b>8.11</b> Plan de Abandono	121
<b>8.12</b> Conclusiones	122

**CAPITULO IX**

<b>PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGO Y SEGURIDAD</b>	<b>123</b>
<b>9.1</b> Definición	123
<b>9.2</b> Objetivos	123
<b>9.3</b> Base Legal	123
<b>9.4</b> Directivas Principales	124
<b>9.5</b> Procedimientos y Registros Específicos	124
<b>9.6</b> Procedimientos de Trabajo Específicos	124
<b>9.7</b> Reporte de Accidentes	125
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>127</b>

**ANEXO A**

<b>Trazo Final Conforme a Obra</b>	<b>130</b>
------------------------------------	------------

**ANEXO B**

<b>Siluetas de Torres</b>	<b>132</b>
<b>Parrillas Metálicas</b>	<b>138</b>
<b>Puestas a Tierra</b>	<b>142</b>
<b>Ensamble de Cadenas de Aisladores</b>	<b>144</b>
<b>Sujeción del Cable de Guarda</b>	<b>147</b>
<b>Instalación de Amortiguadores, Señalizaciones, varios</b>	<b>148</b>

**ANEXO C**

<b>Planilla de Construcción</b>	<b>155</b>
---------------------------------	------------

<b>ANEXO D</b>	
<b>Gestión de Servidumbre</b>	159
<b>ANEXO E</b>	
<b>Cronograma de Obra</b>	163
<b>ANEXO F</b>	
<b>Lista de Composición de Torres</b>	165
<b>ANEXO G</b>	
<b>Perfil y Planimetría</b>	194
<b>ANEXO H</b>	
<b>Plan de Tendido y Regulación</b>	215
<b>ANEXO I</b>	
<b>Pruebas en Blanco</b>	234
<b>ANEXO J</b>	
<b>Protocolos de Obra</b>	255
<b>ANEXO K</b>	
<b>Mapa Geológico</b>	260
<b>ANEXO L</b>	
<b>Procedimientos de Trabajo</b>	262
<b>ANEXO M</b>	
<b>Fotografías</b>	267
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	278

## **SUMARIO**

El presente trabajo consiste en la elaboración del expediente conforme a Obra del Montaje la Línea de Transmisión 60 kV SE Cajabamba – SE Morena, donde se definen las principales actividades y trabajos preliminares, que se han desarrollado antes y durante el montaje electromecánico de la Línea de Transmisión, cumpliéndose con las especificaciones técnicas de diseño y construcción, indicadas en el Estudio Definitivo e Ingeniería de Detalle, así como con el Programa de Manejo Ambiental contemplada en el Estudio de Impacto Ambiental, donde se establecen y recomiendan medidas de protección , prevención, atenuación, restauración y compensación de los impactos que pudieran resultar de las actividades de construcción de la obra sobre los componentes ambientales.

Asimismo se indican las características técnicas de suministro, montaje y las principales actividades realizadas por el contratista así como también las pruebas para la puesta en servicio.

El expediente técnico permitirá conservar y mantener la Línea de Transmisión 60kV, en condiciones adecuadas para la operación eficiente, que son controladas por los organismos normativos y reguladores del país.

## PROLOGO

Compañía Minera Poderosa S.A. (CMPSA) con el propósito de reducir sus costos de producción, decidió reemplazar los grupos electrógenos que abastecían de energía eléctrica a la unidad minera, por un suministro confiable y en forma permanente, para tal fin se buscaron varias alternativas, luego de realizar los estudios de Ingeniería se determinó realizar el proyecto de la Línea de Transmisión 60 kV SE Cajabamba – SE Morena. La Línea sale desde la subestación Cajabamba, ubicada en la provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca y llega a la nueva subestación denominada Morena, localizado dentro del área de explotación de la CMPSA; en la provincia de Pataz, departamento de La Libertad.

Para la ejecución del proyecto, CMPSA convocó a concurso resultando ganador la empresa Asea Brown Boveri S.A. (ABB) la misma que se encargó de la ingeniería de detalle, suministro de materiales, montaje electromecánico, obras civiles, pruebas y puesta en servicio; y para la supervisión de la obra se le encargó a la empresa Consultores y Servicios de Ingeniería S.A.

Por otro lado, CMPSA es titular de la Concesión Definitiva de Transmisión de la Línea 60 kV SE Cajabamba (Cajabamba) – SE Morena (Pataz), otorgado por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas (DGE-MEM), según consta en la Resolución Suprema N°. 042-2005-2005 y Contrato de Concesión inscrito en la Partida N°. 11797444 de la oficina registral de Lima.

La finalidad de este trabajo, es recopilar toda la información técnica como la Memoria Descriptiva, especificaciones Técnicas de Suministro, de Montaje, Cálculos Justificativos y Metrados- Presupuesto, asimismo las principales actividades y trabajos preliminares, que se han desarrollado antes y durante el montaje electromecánico, el mismo que permitirá conservar y mantener la línea en condiciones adecuadas.

En términos generales, este documento también será una herramienta que servirá como guía de trabajo para los futuros proyectos de transmisión.

No quisiera dejar de mencionar el reconocimiento especial a Compañía Minera Poderosa S.A., asimismo mi eterno agradecimiento al Gerente General Ing. Marcelo Santillana Salas por su apoyo incondicional, y al Ing. Rafael Pacheco Luna por su profesionalismo y calidad humana, quien tuvo a su cargo la dirección de este gran proyecto, y darme la oportunidad de pertenecer al equipo de Proyectos Energéticos.

## CAPITULO I

### MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 1.1 Marco General

##### 1.1.1 Ubicación de la Obra

La Línea de Transmisión 60 kV se encuentra ubicada en la Provincia de Cajabamba Departamento Cajamarca y las Provincias de Sánchez Carrión y Pataz del Departamento de La Libertad. En el Anexo A se muestra el plano de ubicación.

##### 1.1.2 Area de Influencia

El área de influencia directa está determinada por un corredor de transmisión eléctrica el cual tiene una extensión de 49,28 km de longitud y una ancho de 16 m, es decir, un área de 0,78 km<sup>2</sup>.

El área de influencia indirecta desde el punto de vista hidrológico comprende las cuencas del río Chusgón y del río Marañón, así como las subcuencas de los ríos Lulichuco (Huayunga) y Gandul (Sartimbamba)

Dentro del área de influencia de la Obra, se encuentran ubicadas las localidades de Cajabamba, Huamachuco, Pallar, Yanazara, Convento, Chugay, Molino viejo, Sartimbamba, Aricapampa, Chagualito, Chagual y Vijus.

##### 1.1.3 Características Geográficas

Las características geográficas son valles típicamente interandinos, cruzando dos zonas altas denominadas Portachuelo (4 002 msnm) y El Soplo (3 751 msnm); con presencia de lluvias abundantes en los meses de Diciembre a Abril, nubosidad baja (neblina) en las zonas altas del recorrido de la línea.

Durante el recorrido la Línea de Transmisión atraviesa por altitudes que van desde los 1 311 msnm hasta los 4 002 msnm. Geográficamente la Obra se sitúa en las coordenadas UTM (PSAD 56) siguientes:

826818 E	9157086 N
209619 E	9145931 N

##### 1.1.4 Características Climáticas

Las condiciones climáticas de la zona en base a la información oficial del SENAMHI – Cajabamba, que fueron tomados como valores referenciales fueron:

* Temperatura Mínima	:	5 °C
* Temperatura Media	:	16 °C
* Temperatura Máxima	:	25 °C



* Velocidad del viento	:	90 km/h a 10 m. de altura.
* Humedad relativa	:	55%
* Precipitación pluvial	:	Frecuentes (Octubre - Marzo)
* Condiciones de hielo	:	Ninguna
* Contaminación	:	Ninguna
* Clima	:	Típico Sierra

Con relación al nivel isoceráunico se asumió el valor de 40 días de tormenta / año de acuerdo al mapa isoceráunico de la Comisión de Integración Eléctrica Regional (CIER).

### 1.1.5 Infraestructura Vial

La zona de la Obra es accesible por vía terrestre desde Lima por dos rutas, la primera se presenta en el Cuadro N° 1.1 siguiente:

Cuadro N° 1.1: Distancias vía terrestre a la Nueva SE Morena. (1era. Ruta)

TRAMO	DISTANCIA (km)	DISTANCIA DESDE LIMA (km)	TIEMPO (Horas)	DESDE LIMA (Horas)	VIA
Lima –Trujillo	560	560	9h	9h	Asfaltada
Trujillo – Huamachuco	180	740	6h	15h	Afirmada
Huamachuco – El Pallar	40	780	2h	17h	Afirmada
El Pallar – Molino Viejo	64	844	3h	20h	Afirmada
Molino Viejo–Pte Chagual	48	892	2h 30'	22h 30'	Afirmada
Pte.Chagual – Vijus	17	910	30'	23h	Afirmada
Vijus – Morena	10	920	30'	23h 30'	Afirmada

La segunda ruta se presenta en el Cuadro N° 1.2 siguiente:

Cuadro N° 1.2: Distancias vía terrestre a la Nueva SE Morena. (2da. Ruta)

TRAMO	DISTANCIA (km)	DISTANCIA DESDE LIMA (km)	TIEMPO (Horas)	DESDE LIMA (Horas)	VIA
Lima –Trujillo	560	560	9h	9h	Asfaltada
Trujillo – Cajamarca	320	880	5h 30'	14h 30'	Asfaltada
Cajamarca – San Marcos	67	947	1h 30'	16h 00'	Afirmada
San Marcos – Cajabamba	62	1009	1h 30'	17h 30'	Afirmada
Cajabamba – El Pallar	69	1078	3h 30'	21h 00'	Afirmada
El Pallar – Molino Viejo	64	1142	3h	24h 00'	Afirmada
Molino Viejo–Pte Chagual	48	1190	2h 30'	26h 30'	Afirmada
Pte.Chagual – Vijus	17	1207	30'	27h 00'	Afirmada
Vijus – Morena	10	1213	30'	27h 30'	Afirmada

Además, se puede acceder por vía aérea; esto se muestra en el Cuadro N° 1.3.

Cuadro N° 1.3: Distancias vía aérea a la localidad de Chagual

TRAMO	DISTANCIA (km)	DISTANCIA DESDE LIMA (km)	TIEMPO (Horas)	DESDE LIMA (Horas)	VIA
Lima – Chagual	480	480	1h30'	1h30'	Aérea
Lima- Trujillo	560	560	1h15'	1h15'	Aérea
Trujillo – Chagual	165	725	35'	1h 45'	Aérea

La Subestación Cajabamba, desde donde se inicia la Línea de Transmisión, se ubica en las afueras de la ciudad del mismo nombre, específicamente dentro del área de la Comunidad de Santa Mónica, a la cual se accede por una carretera afirmada.

La Nueva Subestación Morena se ubica dentro de la Unidad Minera de CMPSA, cercano al desvío de la carretera hacia la Mina Papagayo y la carretera hacia la CH El Tingo a la cual se accede por una carretera afirmada.

### 1.1.6 Demanda Eléctrica

Para la demanda eléctrica se consideró la carga actual y la proyección al 2 012 de las futuras ampliaciones de las operaciones mineras de CMPSA; en el Cuadro N° 1.4 se muestra el resumen de la demanda.

Cuadro N° 1.4: Demanda Eléctrica

DEMANDA ELÉCTRICA	UNIDAD	CANTIDAD
ENERGÍA	kWh	26 700 000,00
POTENCIA	kW	4 916,00
	kVA	6 145,00
	MVA	7.00

### 1.1.7 Actividades Económicas

Las actividades económicas más importantes en el área de influencia son la minería formal y artesanal, así como la agricultura y la ganadería.

### 1.1.8 Evaluación Económica

La evaluación económica del proyecto integra los resultados de todos los otros componentes del estudio para permitir la determinación de su viabilidad.

Los índices económicos de rentabilidad del proyecto, se muestran en el Cuadro N° 1.5 siguiente, según el Estudio Definitivo

Cuadro N° 1.5: Evaluación Económica

Tasa de descuento	12%
Valor Actual Neto (VAN)	289 737
Beneficio / Costo	1,06
Tasa Interna de Retorno (TIR)	17,80%
Periodo de Recupero	2,8

Los indicadores económicos demuestran el rendimiento del proyecto y que es económicamente aceptable, con un periodo de recupero entre el segundo y tercer año de operación del proyecto

## **1.2 Descripción de la Obra**

### **1.2.1 Generalidades**

La Línea de Transmisión se sitúa en la región de la Sierra. En su recorrido pasa por la provincia de Cajabamba y las localidades de Mitupampa, Huayunga y Mitma ubicadas en el departamento de Cajamarca; y las provincias de Sánchez Carrión y Patáz, por las localidades de Cachur Bajo, Cachur Alto, Lluchubamba, Maraybamba, Shalcapata, Cashahuate, Santa Rosa, Paja Blanca, Sartimbamba y Vijus, ubicadas en el departamento de La Libertad. Además cruza por dos Abras, la primera Portachuelo (4 002 msnm) y la segunda El Soplo (3 75 msnm).

Presenta una poligonal con 51 vértices y 113 Torres (59 de Suspensión, 22 de Angulo y 32 de Anclaje).

El incremento de (08) ocho vértices con respecto al Estudio Definitivo del proyecto, se debe a que en el recorrido de la línea se presentaron problemas de servidumbre y de existencia de zonas arqueológicas.

La Línea de Transmisión se inicia en la Subestación Cajabamba, la cual se encuentra a 2751 msnm; de ahí a 146,58 m se encuentra la Torre N°. 001 (TE-3) (2 766 msnm), de esta estructura hasta la Torre N°. 009 (A+6) (3 094 msnm) la ruta sigue por diversos caminos de herradura que van de chacra en chacra. De la Torre N°. 009 a la Torre N°. 010 (TE-3) (3 042 msnm) se cruza por primera vez el río Lulichuco (Huayunga), el acceso a la Torre N° 010 es mediante un camino de herradura amplio el cual se inicia en la C.H. Huayunga.

La Línea ingresa al cañón del río Lulichuco (Huayunga) cruzando dicho río en varias oportunidades desde la Torre N°. 010 hasta la Torre N°. 018 (TE-3) (3 518 msnm) en forma de zig – zag por lo accidentado de la geografía del terreno; de la Torre N°. 018 hasta la Torre N°. 022 (A-3) (3 849 msnm) atraviesa los centros poblados de Cachur Bajo y Cachur Alto; la Torre N°. 026 (T-3) (3 844 msnm) es la que permite que la Línea entre al Abra Portachuelo (4002.44 msnm) donde va la Torre N°. 032 (A-3).

Desde la Torre N°. 032 se inicia el descenso de la Línea hacia el frente del centro poblado de Maraybamba, ubicándose en este punto la Torre N°. 039 (TE-3) (3 350 msnm); de la Torre N°. 039 se cruza una quebrada profunda con un vano de 1106.50 m para llegar a inmediaciones del centro poblado de Maraybamba ubicándose ahí la Torre N°. 040 (TE+0) (3 235 msnm), de la Torre N°. 040 se cruza otra quebrada profunda con un vano de 1275.30 m para llegar a inmediaciones del centro poblado de Shalcapata ubicándose ahí la Torre N°. 041 (TE-3) (2 997 msnm); a partir de esta Torre la Línea se desplaza en dirección al centro poblado de Cashahuate, llegando antes del cruce del río

Chusgón con la Torre N°. 054 (TE+0) (2 342 msnm); de esta Torre se cruza el río Chusgón llegando a la Torre N°. 055 (TE-3) (2 160 msnm) con un vano de 1141.10 m.

Luego de cruzar el río Chusgón la Línea continúa su recorrido por los centros poblados de Santa Rosa y Paja blanca. De la Torre N°. 056 (S-3) (2 191 msnm) a la Torre N°. 064 (A+3) (3 104 msnm); la Línea continúa su recorrido llegando al Abra El Sopro con la Torre N°. 073 (A+3) (3 751 msnm); de esta Abra la Línea nuevamente baja por la ladera de los cerros aledaños a la Localidad de Sartimbamba desde la Torre N°. 074 (TE-3) (3 670 msnm) hasta la Torre N°. 086 (A+3) (3 324 msnm).

La Línea continúa su recorrido descendiendo hacia el río Gansul donde se encuentra la Torre N°. 100 (TE+3) (1 987 msnm), cruzando con un vano de 1065.20 m hacia la Torre N°. 101 (TE-3) (1 637. msnm); de ahí se continúa el recorrido hacia el río Marañón donde se encuentra la Torre N°. 107 (TE-3) (1 385 msnm), cruzando con un vano de 622.00 m hacia la Torre N°. 108 (T-3) (1 422 msnm).

Desde la Torre N°. 108 hasta la Torre N°. 113 (TE-3) (1 941 msnm) se encuentran dentro de la Unidad Minera; en este tramo existe un vano especial de 1011.00 m. el cual está entre la Torre N°. 112 (TE-3) (1 882 msnm) y la Torre N°. 113; con lo cual se llega al pórtico de la nueva SE Morena en el lugar del mismo nombre.

A continuación se muestra en el Cuadro N° 1.6 los vanos críticos del recorrido de la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena.

Cuadro N° 1.6: Vanos Críticos

VERTICE - TORRE (N° / TIPO)				DISTANCIA (m)	OBSERVACIONES
DE:		A:			
V-21	T-039 (TE-3)	V-22	T-040 (TE+0)	1 106,50	Cruzando a Maraybamba
V-22	T-040 (TE+0)	V-23	T-041 (TE-3)	1 275,30	De Maraybamba a Shalcapata
V-27	T-054 (TE+0)	V-28	T-055 (TE-3)	1 141,10	Cruzando el río Chusgón
V-32	T-076 (TE+0)	V-33	T-077 (TE+3)	1 167,34	Sartimbamba
V-34	T-078 (TE-3)	V-35	T-079 (TE-3)	1 220,00	Sartimbamba
V-42	T-100 (TE+3)	V-43	T-101 (TE-3)	1 065,20	Cruzando Rio Gansul
V-50	T-112 (TE-3)	V-51	T-113 (TE-3)	1 011,00	Cruzando Quebrada Santa Filomena (Vijus)

Por otro lado, la Línea de Transmisión presenta las características más importantes siguientes:

❖ Punto de salida	:	SE Cajabamba
❖ Punto de llegada	:	SE Morena (Pataz)
❖ Longitud	:	49.28 km
❖ Nivel de tensión	:	60 kV
❖ Capacidad de Transmisión	:	7 MVA
❖ Disposición de Conductores	:	Triangular
❖ Número de Circuitos	:	1
❖ Cables de Guarda	:	1
❖ Número de Torres	:	113
❖ Número de Vértices	:	51
❖ Altitud Máxima (Torre N°. 032)	:	4 002 msnm
❖ Altitud Mínima (Torre N°. 106)	:	1 311 msnm
❖ Altitud Punto de Inicio (SE Cajabamba)	:	2 751 msnm
❖ Altitud Punto de Llegada (SE Morena)	:	1 947 msnm

El Trazo final de la Línea de Transmisión conforme a Obra se muestra en el Anexo A Plano: Trazo de Ruta Conforme a Obra

## 1.2.2 Características del Equipamiento

### 1.2.2.1 Conductor Activo

El conductor activo empleado en la Obra es el AAAC - 120 mm<sup>2</sup>, para satisfacer los requerimientos técnicos y criterios de estandarización de conductores para ese nivel de tensión.

Las características principales del conductor activo son las siguientes:

- Material	:	Aleación de aluminio (AAAC)
- Norma de fabricación	:	ASTM B-398/399
- Sección nominal	:	120 mm <sup>2</sup>
- N° de hilos / diámetro	:	19/2,80 mm
- Diámetro exterior	:	14,00 mm
- Peso unitario	:	0,322 kg/m
- Tiro de rotura	:	3 332 kg
- Módulo de elasticidad	:	5 700 kg/mm <sup>2</sup>
- Coef. dilatación lineal	:	23 x 10E-06 1/°C
- Resistencia elect. A 20°C	:	0,2853 Ω/km

### 1.2.2.2 Cable de Guarda

El cable de guarda empleado en la Línea de transmisión 60 kV es cable de acero galvanizado tipo EHS – 38 mm<sup>2</sup>, el cual se seleccionó teniendo en cuenta, que ante la ocurrencia de una descarga atmosférica, esta no conlleve a una elevación de temperatura capaz de alterar las características de los materiales utilizados en su fabricación o afecte su comportamiento permanente en su funcionamiento.

Las características principales del cable de guarda son las siguientes:

-	Material	:	A° G° EHS
-	Norma de fabricación	:	ASTM A363
-	Sección nominal	:	38 mm <sup>2</sup>
-	Sección real	:	38,36 mm <sup>2</sup>
-	N° Hilos / diámetro	:	7 / 2.64 mm
-	Diámetro nominal	:	7,94 mm
-	Peso unitario	:	0,305 kg/m
-	Carga de rotura	:	5 080 kg
-	Módulo de elasticidad	:	16 200 kg/mm <sup>2</sup>
-	Coef. Dilat. Lineal	:	13 x 10E-06 1/°C

### 1.2.2.3 Aislamiento

Tomando en cuenta las características ambientales de la zona de la Obra, así como la altitud y las características eléctricas de la línea, se utilizaron los aisladores de suspensión tipo estándar con las características siguientes:

	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CST</u>	<u>GAMMA</u>
-	Material	: Porcelana	Porcelana
-	Tipo	: Estándar clase 52-3	Clase 52-3
-	Acoplamiento	: Casquillo – bola	Casq – bola
-	Esparcimiento	: 146 mm	146 mm
-	Diámetro	: 254 mm	273 mm
-	Distancia de fuga	: 292 mm	292 mm
-	Carga de rotura mecánica	: 70 kN	70 kN
-	Masa por Unidad	: 4,5 kg	5,3 kg
-	Contorneo a frecuencia industrial		
	* En seco	: 80 kV	80 kV
	* Bajo lluvia	: 50 kV	50 kV
-	Contorneo con onda de choque		
	* Positivo	: 125 kV	125 kV



* Negativo	:	130 kV	130 kV
- Tensión de perforación	:	110 kV	110 kV

La composición de las cadenas de aisladores es la siguiente:

**En la Línea de Transmisión:**

* Cadena Suspensión $\leq 3\ 500$ msnm	:	5 unidades
* Cadena Anclaje $\leq 3\ 500$ msnm	:	6 unidades
* Cadena Suspensión $> 3\ 500$ msnm	:	6 unidades
* Cadena Anclaje $> 3\ 500$ msnm	:	7 unidades

**En los Pórticos de las Subestaciones:**

* Cadena Anclaje	:	6 unidades
* Cadena Suspensión	:	6 unidades

**1.2.2.4 Ensamble de Cadena de Aisladores**

Los ensambles de las cadenas de aisladores utilizados son los siguientes:

**Suspensión:**

- Grillete
- Adaptador anillo – bola
- Adaptador casquillo – ojo
- Grapa de suspensión
- Varilla de amar

**Anclaje Normal:**

- Grillete
- Adaptador anillo – bola
- Adaptador casquillo – ojo
- Grapa de anclaje pasante con 03 pemos (Para Torres tipo “A” y “T”)
- Grapa de anclaje tipo compresión (Para Torres tipo “TE”)

**Anclaje Invertido:**

Se ha utilizado cadenas de anclaje invertida para los casos en que las estructuras estuvieron sometidas por tiros hacia arriba, para así evitar la acumulación de agua y el degradamiento del aislamiento; las mismas que están compuestas por:

- Grillete (2)
- Adaptador anillo – bola
- Adaptador casquillo – ojo
- Grapa de anclaje pasante con 03 pemos (Para Torres tipo “A” y “T”)

- Grapa de anclaje tipo compresión (Para Torres tipo "TE")

#### **1.2.2.5 Accesorios de Cadena de Aisladores**

Para mantener las distancias de seguridad entre las partes en tensión de la línea con las estructuras, se ha utilizado contrapesos, los cuales están compuestos por:

- Grillete para contrapeso
- Soporte en "U"
- Pesas de 25 kg

#### **1.2.2.6 Ensamble de Sujeción del Cable de Guarda**

Los ensambles de sujeción del cable de guarda utilizados son los siguientes:

##### **Suspensión:**

- Grillete Rectos (2)
- Grapa de suspensión
- Conector de vías paralelas para cable de guarda
- Conector de cable a estructura

##### **Anclaje Normal:**

- Grillete Rectos (2)
- Grapas de anclaje (2)
- Conector de vías paralelas para cable de guarda (2)
- Conector de cable a estructura

#### **1.2.2.7 Esferas de Señalización Área**

Se ha instalado esferas señalizadoras aéreas desde la Torre N°. 095 hasta la Torre N°. 108, por razones que la Línea de Transmisión pasa a unos 12 km del Aeródromo Chagual.

Los Planos de armados de ensamble de las cadenas de aisladores, así como la sujeción del cable de guarda, instalación de amortiguadores, instalación de las esferas de señalización y otros, se muestran en el Anexo B.

#### **1.2.2.8 Estructuras**

Las estructuras utilizados en la montaje son de acero galvanizado autosoportadas.

##### **Siluetas de las Estructuras**

Las estructuras son de simple tema con disposición de las ménsulas tipo "Pino", las mismas que se muestran en el Anexo B.

##### **Tipos de Estructuras**

De acuerdo al trazo y perfil de la ruta, se ha utilizado los tipos de estructuras mostrados en el Cuadro N° 1.7



Cuadro N° 1.7: Tipos de Estructuras

Tipo	Variantes	Utilización
S	S-3, S±0, S+3, S+6	Suspensión (0° - 2°)
A	A-3, A±0, A+3, A+6	Angulo (0° - 20°)
T	T-3, T±0, T+3	Anclaje (0° - 60°)
TE	TE-3, TE±0, TE+3	Terminal (0° - 95°)

### Detalles de las Estructuras

Los detalles de las estructuras utilizadas, tales como: Montantes, perfiles, placas, dispositivos de antiescalamiento, peldaños, estribos para cadenas de aisladores y accesorios del cable de guarda, se muestran en el Anexo B

#### 1.2.2.9 Puesta a Tierra

Para el diseño del sistema de puesta a tierra de las estructuras se consideró los siguientes factores:

- Reducir la resistencia a tierra de la estructura para proteger a las personas contra tensiones de toque o de paso que puedan establecerse por corrientes de dispersión o durante fallas a tierra de la línea.
- Proporcionar un camino fácil y seguro para las corrientes de dispersión que resulten de descargas atmosféricas a través de los aisladores, y así evitar daños a las estructuras.

Los valores de resistencia de puesta a tierra de las estructuras en función del valor de la resistividad del terreno, tienen un valor menor a los 20  $\Omega$ .

En base a lo expuesto, los sistemas de puesta a tierra están constituidos por combinaciones de electrodos verticales y contrapesos horizontales (mixto), cuya utilización permite la reducción de la resistencia de puesta a tierra a valores aceptables en suelos de diferente resistividad, mediante la variación de la configuración, sus longitudes, número de contrapesos o ubicaciones de ellos, etc.

Los materiales utilizados para la puesta a tierra fueron:

**Cable conductor sólido de puesta a tierra:** Se usará el conductor de copperweld N°. 2 AWG, el cual presenta buena conductividad y alta resistencia a la corrosión.

**Varilla de puesta a tierra:** Se usarán varillas de copperweld de 16 mm (5/8") x 2,44 m de longitud.

Los tipos de configuraciones del sistema de puesta a tierra empleados son:

**Tipo AN:** Cuatro (04) varillas, utilizados en terrenos con resistividad hasta 150  $\Omega$ -m.

**Tipo A:** Cuatro (04) varillas y dos (02) contrapesos de diez (10) m cada uno, utilizados en terrenos con resistividad de 150  $\Omega$ -m hasta 250  $\Omega$ -m.

**Tipo B1:** Cuatro (04) varillas y dos (02) contrapesos de veinticinco (25) metros cada uno, utilizados en terrenos con resistividad entre 251  $\Omega$ -m a 500  $\Omega$ -m.

**Tipo B2:** Cuatro (04) varillas y dos (02) contrapesos de cuareta y uno (41) metros cada uno, utilizados en terrenos con resistividad entre 501  $\Omega$ -m a 750  $\Omega$ -m.

**Tipo B3:** Cuatro (04) varillas y dos (02) contrapesos de cincuenta y cinco (55) metros cada uno, utilizados en terrenos con resistividad entre 751  $\Omega$ -m a 1000  $\Omega$ -m.

**Tipo C:** Cuatro (04) varillas y cuatro (04) contrapesos de cuarenta y siete (47) metros, utilizados en terrenos con alta resistividad desde 1001  $\Omega$ -m hasta 1500  $\Omega$ -m.

Los Sistemas de PAT utilizados en la Obra, se muestran en el Anexo B.

#### **1.2.2.10 Accesorios**

Los elementos utilizados para la fijación de las cadenas de aisladores a las estructuras; así como los accesorios de las estructuras, del conductor, del cable de guarda y del sistema de puesta a tierra, tienen un diseño apropiado a su función mecánica y eléctrica y adecuados a las condiciones del servicio de la línea, los mismos, que se presentan a continuación.

Se utilizarán los siguientes accesorios:

- a. Accesorios del conductor
  - \* Manguitos de empalme
  - \* Manguitos de reparación
  - \* Amortiguadores
- b. Accesorios del cable de guarda
  - \* Manguitos de empalme
  - \* Manguitos de reparación
  - \* Amortiguadores
- c. Accesorios de la estructura
  - \* Placa de Numeración
  - \* Placa de Nombre Propietario

- \* Placa de Peligro
- \* Dispositivos de Antiescalamiento
- d. Accesorios de puesta a tierra
  - \* Conector Conductor - Electrodo
  - \* Conector Conductor - Estructura
  - \* Conector de Doble Vía

### **1.3 Criterios de Diseño de la Ingeniería de Detalle**

#### **1.3.1 Generalidades**

Los criterios que han sido empleados en la elaboración de la Ingeniería de Detalle de la Línea de Transmisión, se rigen por las disposiciones del Código Nacional de Electricidad, Código NESC, Norma VDE210 y otras normas internacionales específicas, así como los criterios empleados en la fase del Estudio de Ingeniería Definitiva; en donde se establecen los requerimientos mínimos a que se sujetará el desarrollo de la Ingeniería de Detalle.

#### **1.3.2 Diseño Eléctrico**

##### **1.3.2.1 Antecedentes del Sistema Eléctrico**

En el Estudio Definitivo se realizó el análisis del Sistema Eléctrico, teniendo en cuenta para ello el Plan Referencial de Electricidad vigente, efectuando simulaciones de flujo de potencia para las condiciones de máxima y mínima demanda en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) para los años inicial y final, con la finalidad de verificar la regulación de tensión y los posibles requerimientos de compensación reactiva.

##### **1.3.2.2 Distancias Mínimas de Seguridad**

En base a las normas ya señaladas, se ha considerado como distancias mínimas de seguridad al cruce de la línea, los siguientes valores:

Distancia al suelo sobre el terreno no transitable por vehículos	6,00 m
Distancia sobre carreteras	7,90 m
Distancia sobre calles y caminos rurales	6,50 m
Distancia a otras líneas que se cruzan	2,50 m
Distancia a viviendas	8,00 m
Distancia vertical a líneas de telecomunicaciones	2,50 m
Distancia sobre el nivel más alto de río no navegable	7,00 m

#### **1.3.3 Diseño Mecánico**

##### **1.3.3.1 Parámetros del Diseño Mecánico**

Para el diseño mecánico de la línea de transmisión se han considerado los siguientes parámetros:

**Carga de viento máximo:**

- Conductor	:	39 kg/m <sup>2</sup>
- Aislador	:	39 kg/m <sup>2</sup>
- Estructura	:	61 kg/m <sup>2</sup>

**Rango de Temperatura del Conductor:**

- Mínimo	:	-5 °C
- Máximo	:	55 °C

**Factores de Seguridad:**

- Para condiciones normales	:	1,50
- Para condiciones anormales, Tendido y mantenimiento	:	1,10

**Para condiciones de simulación de hielo (según CNES)**

- Carga transversal de viento (con hielo)	:	2,50
- Carga de ángulo	:	1,65
- Cargas verticales	:	1,50
- Cargas longitudinales Estructuras no terminales	:	1,10
- Cargas longitudinales Estructuras terminales	:	1,65

**1.3.3.2 Cálculo Mecánico del Conductor y Cable de Guarda**

Para el cálculo mecánico del conductor activo y cable de guarda, se ha considerado las hipótesis de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona de la Obra.

De acuerdo al CNES: La línea se encuentra ubicada en la zona A, y se encuentra en dos áreas las cuales son:

**Zona A (Ligera) - Cargas debidas al viento**

Velocidad horizontal de viento	:	70 km/h
Temperatura	:	20°C

**Área 0 - Elevación menor a 3000 msnm****Caso de solo viento**

Velocidad horizontal de viento	:	94 km/h
Temperatura	:	10°C

**Caso de solo hielo**

Grosor radial del hielo (mm)	:	0 mm
Temperatura	:	0°C

**Caso combinado de hielo y viento**

Grosor radial del hielo (mm) : 0 mm  
 Velocidad horizontal de viento : 50 km/h  
 Temperatura 5°C

**Área 1** - Elevación de 3 000 a 4 000 msnm**Caso de solo viento**

Velocidad horizontal de viento : 104 km/h  
 Temperatura : 5°C

**Caso de solo hielo**

Grosor radial del hielo (mm) : 6 mm  
 Temperatura : 0°C

**Caso combinado de hielo y viento**

Grosor radial del hielo (mm) : 3 mm  
 Velocidad horizontal de viento : 52 km/h  
 Temperatura : 0°C

**1.3.3.3 Cálculo Mecánico de Estructuras****a. Estructuras Normales**

Las estructuras empleadas en la Obra se muestran en el Cuadro N° 1.8

Cuadro N° 1.8: Estructuras empleadas en la Obra

Tipo Torre	Función	Ángulo	Vano (m)		
		Desvío	Viento	Peso Máximo	Peso Mínimo
S	Suspension	0 °	522	800	0
		2 °	430		
A	Ángulo	0 °	1259	2500	-200
		20 °	345		
T	Terminal	0 °	3077	1750	-800
	Anclaje	60 °	445		
TE	Terminal	0 °	4341	1800	-800
	Anclaje	95 °	460		

**b. Altura Normal de Amarre**

La altura normal del punto de amarre del conductor y del cable de guarda para cada tipo de estructura utilizada, se muestran en los Planos de las Siluetas de las Torres en el Anexo B

Las estructuras mostradas en dichos planos, están diseñadas de manera que se puedan definir fácilmente diferentes alturas por tramos fijos de 3,0 m permitiendo variaciones de +3 y +6 m con respecto a su altura normal sin modificar la parte superior de la estructura.

Para adaptarse al perfil transversal asimétrico del terreno la altura de cada pata de las estructuras instaladas varía por tramos fijos de 1,0 m, en el rango desde – 1m hasta +3 m.

### **c. Cargas de Diseño de Estructuras**

#### **Estructuras de Suspensión**

##### **Hipótesis de carga:**

Condición normal: Todos los cables sanos, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición anormal: un cable de guarda o un conductor roto con diferentes combinaciones, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición de mantenimiento: El doble de la carga vertical sobre todas las fases sin viento.

Condición de tendido: Para el cálculo de la fuerza longitudinal se calculó que la cadena de suspensión se inclina 20° en sentido longitudinal durante esta operación debido a los desniveles entre apoyos, y para el cálculo de la fuerza de ángulo se utiliza la mayor tensión entre 1,5 veces la tensión con temperatura mínima sin viento y condición inicial, o 2,0 veces la tensión de tendido que es igual al 80% de la EDS, no se considera presencia de viento.

Condición de simulación de hielo (viento + hielo, ó hielo máx): Todos los cables sanos, viento según clasificación y requerimientos CNES, temperatura según CNES para casos de hielo, manguito de hielo según norma CNES y especificaciones.

#### **Estructuras de Retención con Angulo**

##### **Hipótesis de carga**

Condición normal: Todos los cables sanos, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición anormal: un cable de guarda roto y un conductor roto o dos conductores rotos con sus diferentes combinaciones, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición de mantenimiento: El doble de la carga vertical sobre todas las fases sin viento.

Condición de tendido: el cálculo de la fuerza longitudinal es la diferencia entre la tensión con una sobrecarga teórica suponiendo el peso del cable como el doble del peso real y la tensión EDS y para el cálculo de la fuerza de ángulo según las consideraciones teóricas teniendo en cuenta las dos tensiones anteriores, no hay presencia de viento.

Condición de simulación de hielo (viento + hielo, ó hielo máx): Todos los cables sanos, viento según clasificación y requerimientos CNES, temperatura según CNES para casos de hielo, manguito de hielo según norma CNES y especificaciones.

El ángulo de deflexión corresponde al ángulo que forma el vano anterior a la torre con el vano siguiente a la misma, el vano viento corresponde al promedio aritmético entre los vanos afluentes a la torre, y el vano peso es la mayor distancia horizontal entre las cotas mínimas de las catenarias de los vanos afluentes a la torre para las condiciones de temperatura mínima y máxima. El resumen del cálculo de estos parámetros se presenta en las tablas del Volumen IV.

#### 1.3.3.4 Distribución de Estructuras

La distribución de estructuras de la Línea de Transmisión, se ha realizado con el uso del Programa DLT-CAD, y los resultados han sido trabajados apoyados por el Auto Cad Versión 2 004 y el Excel, lo cual a dado como resultado un total de 113 Torres; como se muestra en el Cuadro N°1.8

Cuadro N° 1.8: Estructuras empleadas en la Obra

Tipo de Torre	Cantidad	Porcentaje
S	49	43 %
A	32	28 %
T	11	10 %
TE	21	19 %
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>100%</b>

La tabla de planillas de estructuras de la Línea conforme a Obra, se muestra en el Anexo C.

#### 1.3.4 Fundaciones

La ejecución de las fundaciones para las parrillas de las Torres fue realizada de acuerdo a lo siguiente:

- Nivelación de fondo de la excavación con material propio sobre el terreno natural según las condiciones del terreno.

- Armado de la fundación de parrilla por el método pieza por pieza a un lado de la excavación para luego ser introducida a esta o bien sea pieza por pieza dentro de la excavación si la parrilla era demasiado pesada.
- Después de armada la parrilla se procedió a retocar con pintura bituminosa las partes afectadas en el transporte y montaje, luego se ejecutó el posicionamiento y nivelación de las parrillas. En esta etapa se chequearon distancias diagonales al centro de la torre, pendientes de los montantes, distancias laterales y cotas (de acuerdo a las extensiones de patas). Igualmente se chequearon el viro de los montantes y de la estructura en relación con el eje de la línea y con respecto a la bisectriz en caso de torres de ángulo.

### **1.3.5 Rellenos**

Este trabajo consistió en la ejecución de los rellenos en los diversos tipos de fundaciones, ya sea con material propio o de préstamo según se dio el caso.

Los rellenos compactados fueron ejecutados en forma manual con pisones metálicos y madera.

El material, normalmente limos arenosos sin ningún contenido de material orgánico, fue colocado en capas de máximo 20 cm. de espesor y se compactó homogéneamente hasta conseguir el grado de compactación determinado en las especificaciones técnicas de montaje.

La zona de préstamos fue inicialmente descapotada para proceder a su explotación, una vez terminada la explotación del préstamo se procedió a peinar sus taludes y a encapotar de nuevo para dejar el lugar en las mismas condiciones iniciales.

### **1.4 Servidumbre**

Los trabajos de Servidumbre y limpieza del ancho de la franja fue realizada por CMPSA, la misma que según la norma DGE establece que para una Línea de Transmisión de 60 kV es de 16 m (8 metros a cada lado del eje de la línea).

Para la ejecución de la Obra se realizó cortes mínimos necesarios de eucaliptos, pinos, etc. Los mismos que fueron valorizados como daños y perjuicios, cancelando a sus propietarios durante el desarrollo de las actividades.

La Planilla final de Servidumbre conforme a Obra se muestra en el Anexo D

### **1.5 Cronograma de Obra**

El Montaje de la Línea de Transmisión, se realizó en 9 meses. En el Anexo E se muestra el cronograma de ejecución de Obra, donde se puede apreciar todas las actividades realizadas durante la ejecución de la misma.



## **CAPITULO II**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS**

En este Capítulo se presentan las Especificaciones Técnicas del Suministro de los Materiales y Equipos instalados en la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena, las mismas que están referidas a los materiales que fueron suministrados por la Empresa Contratista ASEA BROWN BOVERI S. A.

#### **2.1 Conductor de Aleación de Aluminio AAAC**

##### **2.1.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas del conductor de aleación de aluminio que se utilizó en la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba - Morena.

##### **2.1.2 Normas de Fabricación**

El conductor de aleación de aluminio, cumple con las prescripciones de las normas siguientes:

ASTM B398      ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 WIRE FOR ELECTRICAL PURPOSES

ASTM B399      CONCENTRIC – LAY - STRANDED ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 CONDUCTORS

##### **2.1.3 Descripción del Material**

El conductor desnudo de aleación de aluminio está fabricado con alambón de aleación de aluminio – magnesio - silicio, cuya composición química está de acuerdo con la tabla 1 de la norma ASTM B 398; está formado por alambres cableados concéntricamente y de un único alambre central; los alambres de la capa exterior son cableados en el sentido de la mano derecha, las capas interiores se cablean en sentido contrario entre sí.

El conductor tiene las características y dimensiones que se indican en la Tabla N° 2.1 adjunta.

TABLA N° 2.1: Especificaciones Técnicas del Conductor

<b>TABLA DE DATOS TÉCNICOS</b>		
<b>CONDUCTOR: AAAC - 120 mm<sup>2</sup></b>		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	GARANTIZADOS
<b>A. CABLE COMPLETO</b>		
<b>Características Generales</b>		
1.- Tipo y denominación del cable		AAAC-120 mm <sup>2</sup>
2.- Fabricante		CABELUM
3.- País de Fabricación		VENEZUELA
4.- Normas de Fabricación		ASTM B-398 / 399
<b>Características Dimensionales</b>		
5.- Número y diámetro de alambres de aleación de aluminio	# / mm	19 / 2.80
6.- Sección calculada de aleación de aluminio	mm <sup>2</sup>	117.0
7.- Número y diámetro de alambres de aluminio	# / mm	N/A
8.- Sección calculada de aluminio	mm <sup>2</sup>	N/A
9.- Diámetro exterior del conductor	mm	14.0
10.- Sección nominal	mm <sup>2</sup>	120
<b>Características Mecánicas:</b>		
11.- Peso del conductor	kg/km	322
12.- Carga de rotura mínima a la tracción	kgf	3332
13.- Módulo de elasticidad inicial	kgf/mm <sup>2</sup>	N/A
14.- Módulo de elasticidad final	kgf/mm <sup>2</sup>	5700
15.- Coeficiente de dilatación térmica lineal	1x10 <sup>-6</sup> /°C	23.0
<b>Características Eléctricas:</b>		
16.- Resistencia Eléctrica a 20 °C	Ω/km	0.2853
17.- Coeficiente de resistividad a la temperatura de 20 °C	1/°C	0.0036
<b>B. ALAMBRES</b>		
<b>Alambres de Aleación de Aluminio</b>		
18.- Resistencia a la tracción mínima	kgf/mm <sup>2</sup>	32.34
19.- Alargamiento a rotura, mínima (muestras de 250 mm)	%	3.0
20.- Conductividad eléctrica a 20 °C	% IACS	52.5
21.- Resistividad eléctrica a 20 °C	Ω/m	0.00533
22.- Dureza (HR)	kgf/mm <sup>2</sup>	N/A

## **2.2 Accesorios del Conductor de Aleación de Aluminio**

### **2.2.1 Generalidades**

Las especificaciones técnicas de los accesorios cubren las condiciones requeridas de los elementos de fijación y empalme para el conductor de aleación de aluminio de 120 mm<sup>2</sup>, que se utilizaron en la Línea de Transmisión 60 kV.

### **2.2.2 Normas Aplicables**

Los accesorios materia de esta especificación, cumplen con las prescripciones de las normas siguientes:

UNE 207009 ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y EMPALME PARA CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN.

### **2.2.3 Alcances**

La presente especificación se refiere a los accesorios que se indican a continuación:

Grapa de Suspensión

Grapa de Anclaje tipo Pasante 03 Pernos

Grapa de Anclaje tipo Compresión (Para Torres tipo "TE")

Manguito de Empalme

Manguito de Reparación

Varilla de Armar

Conectores de Vías Paralelas c/02 pernos

- Amortiguador Conductor
- Amortiguador cable de Guarda

### **2.2.4 Descripción del Material**

Los elementos de fijación y empalme del conductor son de aleación de aluminio, para el cable de guarda, los elementos de fijación y empalme son fabricados de hierro maleable.

Las características mecánicas son: dureza, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, estricción y resistencia.

La composición química de los materiales están de acuerdo con lo especificado en las normas indicadas.

Las piezas presentan características de diseño y fabricación que evitan la emisión de efluvios y las interferencias radioeléctricas por encima de los límites fijados.

Los accesorios tienen las características y dimensiones que se indican en las Tablas N° 2.2 y N° 2.3

TABLA N° 2.2: Especificaciones Técnicas de Accesorios del conductor

**TABLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS  
ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y EMPALME DEL CONDUCTOR**

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>VALOR REQUERIDO</u>	<u>VALOR GARANTIZADO</u>
<b><u>1.0 GRAPA DE SUSPENSIÓN</u></b>			
1.1 Fabricante			COFAE SAC
1.2 Número de catálogo del Fabricante			CO3025
1.3 Material		Alcación de Aluminio	Alcación de Aluminio A356.2
1.4 Diámetro del conductor Sin incluir varillas de armar	mm	14	14
1.5 Angulo de salida de la grapa	Grados	15	15
1.6 Carga de rotura especificada	% CRC	60	> 60 (60 kN)
1.7 Carga de deslizamiento especificada	% CRC	25	25
1.8 Norma			UNE 207009 UNE-EN 61284
1.9 Masa por unidad	Kg		1.10
<b><u>2.0 GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA C/ 03 PERNOS</u></b>			
2.1 Fabricante			COFAE SAC
2.2 Número de catálogo del Fabricante			CO3016
2.3 Material		Alcación de Aluminio	Alcación de Aluminio A356.2
2.4 Diámetro del conductor	mm	14	14
2.5 Carga de rotura especificada	% CRC	100	> 100 (60 kN)
2.6 Carga de deslizamiento especificada	% CRC	90	90
2.7 Norma			UNE 207009 UNE-EN 61284
2.8 Masa por unidad	Kg		1.30
<b><u>3.0 MANGUITO DE EMPALME</u></b>			
3.1 Fabricante			BURNDY- USA
3.2 Número de catálogo del Fabricante			YDS28RL
3.3 Material		Alcación de Aluminio	Alcación de Aluminio
3.4 Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	120	120
3.5 Longitud	mm		463.55
3.6 Carga de deslizamiento especificada	% CRC	90	90
3.7 Número de compresiones requeridas			TRASLAPADA
3.8 Masa por unidad	Kg		0.40
3.9 Conductividad	%		100

  
**PEDRO ARRATEGUI M.**  
 Gerente General  
 COFAE S.A.C.



TABLA N° 2.3: Especificaciones Técnicas de accesorios del conductor

**TABLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS  
ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y EMPALME DEL CONDUCTOR**

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>VALOR REQUERIDO</u>	<u>VALOR GARANTIZADO</u>
<b><u>4.0 MANGUITO DE REPARACIÓN</u></b>			
4.1 Fabricante			BURNDY- USA
4.2 Número de catálogo del Fabricante			YCU28R
4.3 Material		Aleación de Aluminio	Aleación de Aluminio
4.4 Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	120	120
4.5 Longitud	mm		301.62
4.6 Carga de deslizamiento especificada	% CRC	90	90
4.7 Número de compresiones requeridas			Traslapada
4.8 Masa por unidad	Kg		0.40
4.9 Conductividad	%		100
<b><u>5.0 VARILLA DE ARMAR</u></b>			
5.1 Fabricante			COFAE SAC
5.2 Número de catálogo del Fabricante			CO3057
5.3 Material		Aleación de Aluminio	Aleación de Aluminio
5.4 Dimensiones L (adjuntar planos)	mm		1524
5.5 Sección de conductor a aplicarse	mm <sup>2</sup>	120	120
5.6 Número de alambres			11
5.7 Masa por unidad	Kg		0.90
<b><u>6.0 CONECTORES VÍAS PARALELAS C/ 02 PERNOS</u></b>			
6.1 Fabricante			COFAE SAC
6.2 Número de catálogo del Fabricante			CO3044
6.3 Material		Aluminio	Aluminio
6.4 Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	120	120
6.5 Carga de deslizamiento especificada	% CRC	20	20
6.6 Torque de apriete recomendado	N-m		35
6.7 Dimensiones (adjuntar planos)	mm		54 x 102
6.8 Norma de fabricación			UNE 207009 UNE-EN 61284
6.9 Masa por unidad	Kg		0.60



## **2.3 Aisladores**

### **2.3.1 Alcances**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas de los aisladores que se instalaron en la Línea de Transmisión 60 kV

### **2.3.2 Normas Aceptables**

Los aisladores de suspensión materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las normas siguientes:

ANSI C29.1            AMERICAN NATIONAL STANDARD TEST METHODS FOR  
ELECTRICAL POWER INSULATORS

ANSI C29.2            AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR INSULATORS  
WET-PROCESS PROCELAIN AND TIGHTENED  
GLASS-SUSPENSION TYPE

IEC 383

### **2.3.3 Condiciones Ambientales**

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

Altitud sobre el nivel del mar	hasta 4 000 m
Humedad relativa	55 %
Temperatura ambiente	5 °C y 25°C
Contaminación ambiental	de escasa a moderada

### **2.3.4 Condiciones de Operación**

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

Tensión de servicio de la red	60 kV
Tensión máxima de servicio	75 kV
Frecuencia de la red	60 Hz
Naturaleza del neutro	Efectivamente puesto a tierra.

### **2.3.5 Características Técnicas**

Los aisladores de suspensión empleados en la Línea de Transmisión 60 kV C son de porcelana de superficie exterior vidriada; el material de las partes metálicas es de acero forjado galvanizado; están provistos de pasadores de bloqueo fabricados con material resistente a la corrosión (acero inoxidable).

Las características y dimensiones de los aisladores de suspensión se indican en la Tabla N° 2.4 Datos Técnicos adjunto.





## **2.4 Accesorios de las Cadenas de Aisladores**

### **2.4.1 Generalidades**

Los accesorios de las cadenas de aisladores instalados en la Línea de Transmisión 60 kV, cumplen las condiciones técnicas requeridas.

### **2.4.2 Normas Aplicables**

Los Accesorios materia de la presente especificación cumplen con las prescripciones de las normas siguientes:

UNE 207009	HERRAJES PARA LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION
ASTM A 153	ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE

### **2.4.3 Alcances**

La presente especificación se refiere a los accesorios que se indican a continuación:

- Grillete Recto
- Adaptador Anillo – Bola
- Adaptador Casquillo – Ojo
- Adaptador Casquillo – Ojo Alargado

### **2.4.4 Descripción del Material**

Los accesorios de los aisladores son de acero forjado de buena calidad; presentan una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades y crestas. Para evitar el aflojamiento de los elementos roscados se utilizaron dispositivos de bloqueo tales como arandelas de presión, pasadores, entre otros.

Todos los elementos que componen los accesorios son resistentes a la corrosión. Los materiales de hierro y acero, salvo el acero inoxidable, son protegidos mediante galvanizado en caliente de acuerdo con la norma ASTM A153.

Las características mecánicas son: dureza, resistencia a la tracción, límite elástico y alargamiento.

La composición química de los materiales están de acuerdo con las normas indicadas. El estado metalográfico del material corresponde al proceso especificado para cada accesorio.

Los accesorios presentan características de diseño y fabricación que evitan la emisión de efluvios y las interferencias radioeléctricas por encima de los límites fijados.

#### **2.4.4.1 Ensamblajes**

##### **a. Ensamble de Suspensión Simple:**

- Grillete recto
- Adaptador anillo – bola



Adaptador casquillo – ojo

**b. Ensamble de Anclaje Simple:**

Grillete recto

Adaptador anillo – bola

Adaptador casquillo – ojo

**c. Ensamble de Anclaje Invertida:**

Grillete recto (2)

Adaptador anillo – bola

Adaptador casquillo – ojo

En las Tablas N° 2.5 , N° 2.6 y N° 2.7 se muestra las especificaciones técnicas de los accesorios de las cadenas de aisladores

TABLA N° 2.5: Especificaciones Técnicas de accesorios de aisladores

**TABLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS  
HERRAJES DE CADENAS DE SUSPENSIÓN**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>1.0 GRILLETE RECTO</b>			
1.1 Fabricante			COFAE SAC
1.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2011
1.3 Material		Acero forjado o Hierro Maleable	Acero SAE 1045 forjado
1.4 Clase de galvanización según ASTM			ASTM A 153
1.5 Dimensiones (adjuntar planos)			Ver Catálogo
1.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
1.7 Norma			UNE 207009
1.8 Masa por unidad	kg		UNE-EN 61284 0.45
<b>2.0 ADAPTADOR ANILLO-BOLA</b>			
2.1 Fabricante			COFAE SAC
2.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2021
2.3 Material		Acero forjado o Hierro Maleable	Acero SAE 1045 forjado
2.4 Clase de galvanización según ASTM			ASTM A 153
2.5 Dimensiones (adjuntar planos)			Ver Catálogo
2.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
2.7 Acoplamiento		IEC 16	IEC 16
2.8 Norma			UNE 207009
2.9 Masa por unidad	kg		UNE-EN 61284 0.45
<b>3.0 ADAPTADOR CASQUILLO-OJO</b>			
3.1 Fabricante			COFAE SAC
3.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2031
3.3 Material		Acero forjado o Hierro Maleable	Acero SAE 1045 forjado
3.4 Clase de galvanización según ASTM			ASTM A 153
3.5 Dimensiones (adjuntar planos)			Ver Catálogo
3.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
3.7 Acoplamiento		IEC 16	IEC 16
3.8 Norma			UNE 207009
3.9 Masa por unidad	kg		UNE-EN 61284 0.60



TABLA N° 2.6: Especificaciones Técnicas de accesorios de aisladores

**TABLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS  
HERRAJES DE CADENAS DE ANCLAJE SIMPLE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>1.0 GRILLETE RECTO</b>			
1.1 Fabricante			COFAE SAC
1.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2011
1.3 Material		Acero forjado o Hierro Maleable	Acero SAE 1045 forjado
1.4 Clase de galvanización según ASTM			ASTM A 153
1.5 Dimensiones (adjuntar planos)			Ver Catálogo
1.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
1.7 Norma			UNE 207009
1.8 Masa por unidad	kg		UNE-EN 61284 0.45
<b>2.0 ADAPTADOR ANILLO-BOLA</b>			
2.1 Fabricante			COFAE SAC
2.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2021
2.3 Material		Acero forjado o Hierro Maleable	Acero SAE 1045 forjado
2.4 Clase de galvanización según ASTM			ASTM A 153
2.5 Dimensiones (adjuntar planos)			Ver Catálogo
2.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
2.7 Acoplamiento		IEC 16	IEC 16
2.8 Norma			UNE 207009
2.9 Masa por unidad	kg		UNE-EN 61284 0.45
<b>3.0 ADAP. CASQUILLO-OJO LARGO</b>			
3.1 Fabricante			COFAE SAC
3.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2032
3.3 Material		Acero forjado o Hierro Maleable	Hierro Maleable o Nodular
3.4 Clase de galvanización según ASTM			ASTM A 153
3.5 Dimensiones (adjuntar planos)			Ver Catálogo
3.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
3.7 Norma			UNE 207009
3.8 Masa por unidad	kg		UNE-EN 61284 0.75



TABLA N° 2.7: Especificaciones Técnicas de accesorios de aisladores

**TABLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS  
HERRAJES DE CADENAS DE ANCLAJE SIMPLE INVERTIDA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b><u>1.0 GRILLETE RECTO</u></b>			
1.1 Fabricante			COFAE SAC
1.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2011
1.3 Material		Acero forzado o Hierro Maleable	Acero SAE 1045 forjado
1.4 Clase de galvanización según ASTM			ASTM A 153
1.5 Dimensiones (adjuntar planos)			Ver Catálogo
1.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
1.7 Norma			UNE 207009 UNE-EN 61284
1.8 Masa por unidad	kg		0.45
<b><u>2.0 ADAPTADOR ANILLO-BOLA</u></b>			
2.1 Fabricante			COFAE SAC
2.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2021
2.3 Material		Acero forjado o Hierro Maleable	Acero SAE 1045 forjado
2.4 Clase de galvanización según ASTM			ASTM A 153
2.5 Dimensiones (adjuntar planos)			Ver Catálogo
2.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
2.7 Acoplamiento		IEC 16	IEC 16
2.8 Norma			UNE 207009 UNE-EN 61284
2.9 Masa por unidad	kg		0.45
<b><u>3.0 ADAP. CASQUILLO-OJO LARGO</u></b>			
3.1 Fabricante			COFAE SAC
3.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2032
3.3 Material		Acero forzado o Hierro Maleable	Hierro Maleable o Nodular
3.4 Clase de galvanización según ASTM			ASTM A 153
3.5 Dimensiones (adjuntar planos)			Ver Catálogo
3.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
3.7 Norma			UNE 207009 UNE-EN 61284
3.8 Masa por unidad	kg		0.75



## **2.5 Accesorios Complementarios de las Cadenas de Aisladores**

### **2.5.1 Alcance**

Los accesorios complementarios de las cadenas de aisladores instalados en la Línea de Transmisión 60 kV, presentan las condiciones técnicas requeridas.

### **2.5.2 Normas Aplicables**

Los accesorios materia de la presente especificación cumplen con las prescripciones de las normas siguientes:

ASTM A 153	ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE
UNE 207009	ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y EMPALME PARA CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN.

### **2.5.3 Descripción de los Accesorios**

Los accesorios permiten asegurar los contrapesos en las grapas de suspensión, los contrapesos utilizados fueron necesarios para impedir una oscilación excesiva de la cadena de aisladores de suspensión por efecto del viento sobre la línea.

#### **a. Grillete para Contrapeso**

Son de acero galvanizado en caliente, bajos normas ASTM A153 y con una carga mínima de rotura de 81 kN.

#### **b. Soporte en "U"**

Son del tipo pemo pasante, fabricado de acero y galvanizado en caliente. Su longitud es suficiente para sostener cinco pesas de 25 kg cada una.

#### **c. Pesas de 25 kg**

Son de forma cilíndrica, de diámetro máximo de 280 mm, 25 kg de peso y perforación de 11/16 pulg.; fabricado de acero y galvanizados en caliente.

Son del tipo anticorona; es decir con bordes redondeados y con ocultaciones en las terminaciones del estribo (hilos y tuercas).

Los accesorios tienen las características y dimensiones que se indican en la Tabla N° 2.8 adjunto.

TABLA N° 2.8: Especificaciones Técnicas de accesorios complementarios de aisladores

**TABLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS**  
**ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS CADENA DE AISLADORES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b><u>1.0 GRILLETE PARA SUJECIÓN DE CONTRAPESO</u></b>			
1.1 Fabricante			COFAE SAC
1.2 Número de catálogo del Fabricante			CO209-a
1.3 Material		Acero forjado	Acero forjado
1.4 Clase de galvanización según ASTM		ASTM A153	ASTM A153
1.5 Dimensiones (adjuntar planos)	mm		Según Catálogo
1.6 Carga de rotura mínima	KN	80	81
1.7 Norma			UNE 207009 UNE-EN 61284
1.8 Masa por unidad	kg		0.75
<b><u>2.0 SOPORTE EN "U"</u></b>			
2.1 Fabricante			COFAE SAC
2.2 Número de catálogo del Fabricante			CO209-b
2.3 Material		Acero forjado	Acero forjado
2.4 Clase de galvanización según ASTM		ASTM A153	ASTM A153
2.5 Dimensiones (adjuntar planos)	mm		Según Catálogo
2.6 Carga de rotura mínima	kN	80	81
2.7 Norma de fabricación			UNE 207009 UNE-EN 61284
2.8 Masa por unidad	kg		0.75
<b><u>3.0 PESAS</u></b>			
3.1 Fabricante			COFAE SAC
3.2 Número de catálogo del Fabricante			CO2091
3.3 Material		Hierro fundido	Hierro fundido
3.4 Clase de galvanización según ASTM		ASTM A153	ASTM A153
3.5 Dimensiones (adjuntar planos)	mm		Según Catálogo
3.6 Diámetro máximo	mm	280	280
3.7 Masa por unidad	kg	25	25
3.8 Perforación	Pulg	11/16	11/16





## 2.6 Estructuras Metálicas de Celosía

### 2.6.1 Alcances

La presente especificación cubre las características técnicas del suministro de las torres metálicas de acero galvanizado utilizadas en la Línea de Transmisión 60 kV

### 2.6.2 Normas Aplicables

Las normas utilizadas para el suministro de las torres se refirieron a la fabricación de componentes (perfiles, pernos, accesorios), diseño de la torre, fabricación, inspección, pruebas, embalaje, transporte y entrega; las mismas que se describen a continuación:

ASTM A36	PERFILES Y PLACAS DE ACERO ESTRUCTURAL
ASTM A572-grado 50	PERFILES Y PLACAS DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA
ASTM A6	REQUERIMIENTOS PARA EL SUMINISTRO DE PERFILES Y PLACAS DE ACERO
ASTM A394	PERNOS Y TUERCAS GALVANIZADOS
ANSI B18.21.1	ARANDELAS DE PRESIÓN
ANSI B18.2.1	PERNOS HEXAGONALES Y ROSCAS
ANSI B18.2.2	TUERCAS HEXAGONALES
ASTM A123	GALVANIZACIÓN DE PERFILES
ASTM A153	GALVANIZACIÓN DE HERRAJES, PERNOS, TUERCAS Y ARANDELAS
ASTM B201	CROMATIZACIÓN DE PIEZAS GALVANIZADAS
ASCE NO. 52	GUIDE FOR DESIGN OF STEEL TRANSMISSION TOWERS
IEC P-652	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMISSION, LOADING TEST ON OVERHEAD LINE TOWERS
VDE 210	DETERMINACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA MAYORES DE 1 KV.

### 2.6.3 Descripción de las Estructuras

#### 2.6.3.1 Tipos de Torres

Las Torres son estructuras autoportadas del tipo celosía con perfiles angulares de acero galvanizado, con extensiones del cuerpo para: -3.0 m y +6.0 m. (para torres tipo "S" y "A") y -3.0 y +3.0 m. (para torres tipos "T" y "TE") ensamblados con pernos y tuercas. La geometría de las mismas se muestra en el Anexo B.

En la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena se emplean los siguientes tipos de torres:

	Angulo de Línea
Suspensión (Torre S) :	0° - 2°
Angulo (Torre A)	0° - 20°
Anclaje (Torre T)	0° - 60°
Terminal (Torre TE) :	0° - 95°

### **2.6.3.2 Altura Normal, Extensión y Patas**

La altura normal del punto de amarre del conductor inferior al suelo se define como  $h+0$  y se encuentran precisados en los planos de diseño, para los diferentes tipos de torres.

La parte inferior de cada tipo de torre fue diseñada de manera de poder variar fácilmente su altura en tramos de 3 m, disminuyendo o aumentando su altura, sin necesidad de variar la parte superior de la torre.

Para adaptarse al perfil asimétrico del terreno, se utilizaron patas desniveladas cuya altura es variada independientemente de las otras desde -1m hasta +3m. Las patas pueden ser intercambiables en cualquier posición de la base y en cualquier extensión para un mismo tipo de torre.

### **2.6.3.3 Planos de Montaje**

Los planos de fabricación y/o montaje de las torres y parrillas incluyen toda la información necesaria para el montaje de las piezas como cotas, dimensiones, agujeros; asimismo, las especificaciones como tipo de acero, pemeoría y galvanización.

### **2.6.4 Accesorios**

Cada torre contiene los accesorios siguientes:

- a. Pernos de escalamiento en una de los montantes, alternadamente en cada cara exterior del perfil desde el antiescalamiento hasta la cúspide de la torre. La distancia entre pernos es de 400mm. El diámetro del perno es de 16mm (5/8"), con dobléz de 20 mm en la punta, el largo libre mínimo es 150mm para acomodar la bota del operario, resiste una carga vertical de 3000 N en la punta sin deformación permanente. Se asegura a la montante con dos (02) tuercas, debajo de cada tuerca va una arandela de presión.
- b. Las placas instaladas indican la información siguiente: nombre del Propietario, nombre de la línea, número de la torre y advertencia de peligro. La numeración de la torres tiene su origen en la subestación Cajabamba siguiendo en forma correlativa hasta la subestación Morena (Vijus). Las placas son fijadas a la torre por medio de pernos y tuercas similares a las utilizadas en la torre, con arandelas de neopreno que no causan daños a la superficie de las placas.
- c. Dispositivos antiescalamiento, ubicados de 2.5 a 5.0 metros del nivel del suelo, compuesto de 5 vueltas de alambre de púas alrededor de la torre. Las piezas para la colocación del alambre de púas son desmontables tipo ajuste,



sin perforaciones en las montantes. El material es de acero galvanizado en caliente, el mismo empleado en las torres.

### **2.6.5 Puesta a Tierra de las Torres**

Se dispone de una perforación de agujeros para la conexión a la torre del cable de guarda en el extremo del castillete. El agujero es para pernos de 12 mm (1/2") de diámetro. La distancia del agujero hasta la grapa será de 400 mm.

Las parrillas metálicas contienen un agujero para pernos de 12 mm (1/2") de diámetro ubicados a 300 mm debajo del nivel del suelo.

## **2.7 Sistema de Puesta a Tierra y Accesorios**

### **2.7.1 Alcance**

Los materiales instalados cumplen las condiciones técnicas requeridas para la fabricación y pruebas para la puesta a tierra de las estructuras que se utilizaron en la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba - Morena.

### **2.7.2 Normas Aplicables**

Los materiales de puesta a tierra, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas.

NBR 13571/96	ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA ABNT NRT 13571 HASTE DE ATERRAMENTO AÇO-COBRE E ACCESORIOS
--------------	--

### **2.7.3 Descripción de los Materiales**

#### **2.7.3.1 Conductor de Cobre**

El conductor de cobre es desnudo, cableado y recocado, las características se indican en la Tabla N° 2.9 Datos Técnicos Garantizados.

#### **2.7.3.2 Electrodo de Puesta a Tierra**

##### **a. Características Generales**

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre.

El electrodo tendrá las dimensiones que se indican en el Cuadro de Datos Técnicos Garantizados

#### **2.7.3.3 Conector Conductor - Electrodo**

El conector para la conexión entre el conductor y el electrodo de puesta a tierra es de aleación de cobre de alta resistencia mecánica, y tiene adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra.

#### **2.7.3.4 Conector a la Estructura**

Este conector une el conductor de puesta a tierra a la estructura y es de bronce estañado. Tiene dos perforaciones para pernos de 3/8" de diámetro y permite el paso del conductor de copperweld 2 AWG.

#### **2.7.3.5 Conector de doble vía**

Es de bronce estañado, apto para unir entre sí conductores

Las características técnicas del material se presentan en la Tabla N° 2.9 Datos Técnicos Garantizados.

### **2.8 Cable de Guarda**

#### **2.8.1 Alcances**

El cable de guarda instalado en la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena cumple las condiciones técnicas requeridas para la fabricación y pruebas del mismo.

#### **2.8.2 Normas Aplicables**

El cable de acero, materia de la presente especificación, cumple con las prescripciones de la siguiente norma. ASTM A 363 ZINC COATED (GALVANIZAD) STEEL OVERHEAD GROUND WIRE STRAND

ASTM A 90	STANDARD TEST METHOD FOR WEIGHT OF COATING ON ZINC - COATED (GALVANIZED) IRON OF STEEL ARTICLES.
-----------	--

#### **2.8.3 Descripción del Cable de Guarda**

El cable de guarda está fabricado de acero galvanizado de grado EXTRA ALTA RESISTENCIA (EHS); tiene las características y dimensiones que se indican en el Tabla N° 2.10 Datos Técnicos Garantizados Adjunto.

#### **2.8.4 Material**

El material de base es acero 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 363.

#### **2.8.5 Cableado**

Los alambres de la capa exterior son cableados en el sentido de la mano izquierda, con un paso de no más de 16 veces el diámetro nominal del cable. En la Tabla N° 2.10 se muestra los datos técnicos del cable de guarda.

TABLA N° 2.9: Datos Técnicos Garantizados de puesta a tierra

**TABLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE PUESTA A TIERRA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>A. ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA</b>			
1. Catálogo de fabricante			CO7012
2. Material		Copperweld	Copperweld
3. Norma de fabricación y pruebas			NBR 13571/96
4. Diámetro	mm	15.87	15.87
5. Longitud	m	2.40	2.40
6. Resistencia eléctrica a 20° C	Ohm		< 0.0015
<b>B. CONECTOR CONDUCTOR-ELECTRODO TIPO A/B ELÉCTRODO</b>			
1. Catálogo de fabricante			CO7021
2. Material		Bronce	Bronce
3. Norma de fabricación y pruebas			NBR 13571/96
4. Diámetro del electrodo	mm	16.00	16.00
5. Diámetro del conductor	mm	6.54	5.1-9.0
<b>C. CONECTOR CONDUCTOR – TORRE, 01 VIA, 01 TAPA, C/ 01 PERNO</b>			
1. Catálogo de fabricante			CO7033
2. Material		Bronce	Bronce
3. Norma de fabricación y pruebas			NBR 13571/96
4. Diámetro exterior del conductor	mm	6.54	5.1 – 10.5
5. Dimensiones			Según Catálogo
<b>D. CONECTOR DE DOBLE VÍA, 02 TAPAS, C/ 02 PERNOS</b>			
1. Catálogo de fabricante			CO7043
2. Material		Bronce	Bronce
3. Norma de fabricación y pruebas			NBR 13571/96
4. Diámetro exterior del conductor	mm	6.54	5.1 – 10.5
5. Dimensiones			Según Catálogo



TABLA N° 2.10: Datos Técnicos Garantizados del cable de guarda

<b>TABLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS CABLE DE GUARDA</b>				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
A.	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>			
1.	Fabricante			EMCOCABLES S.A.
2.	País de procedencia			COLOMBIA
3.	Número de hilos		7	7
4.	Norma de fabricación		ASTM 363	ASTM A 363
5.	Material		Acero	Acero
6.	Grado		EHS	E.H.S.
7.	Clase Galvanizado Según norma ASTM 90			B
B.	<b>DIMENSIONES</b>			
8.	Sección nominal	mm <sup>2</sup>	38	38
9.	Sección real	mm <sup>2</sup>	38.32	38.36
10.	Diámetros de los alambres	mm	2.98	2.64
11.	Diámetro exterior del cable	mm	7.92	7.94
C.	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>			
12.	Masa del cable de acero	kg/m	0.305	0.305
13.	Carga de rotura mínima	kg	5080	5080
11.	Módulo de Elasticidad inicial	kg/mm <sup>2</sup>		
12.	Módulo de Elasticidad final	kg/mm <sup>2</sup>	19000	16.200
13.	Coefficiente de dilatación térmica	1/°C	11,5X10E-06	13x10-6
D.	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>			
14.	Resistencia eléctrica máxima CC a 20°C	$\Omega$ /km		4.99
15.	Coefficiente térmico de resistencia eléctrica	1/°C		

## **2.9 Accesorios del Cable de Guarda**

### **2.9.1 Generalidades**

Los accesorios del cable de guarda que se instalaron en la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba - Morena cubren con las condiciones técnicas requeridas para la fabricación y pruebas de los elementos de fijación y empalme del mismo.

### **2.9.2 Normas Aplicables**

Los accesorios materia de esta especificación, cumplen con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

UNE 207009	HERRAJES PARA LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION
ASTM 153	STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATING (HOT-DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE

### **2.9.3 Alcances**

La presente especificación se refiere a los accesorios que se indican a continuación:

Grapa de Suspensión

Grapa de Anclaje

Manguito de Empalme

Manguito de Reparación

Conector Doble Vía, 01 tapa, c/02 pernos

Conector Cable-Estructura, 01 vía, 01 tapa, c/01 perno

### **2.9.4 Características Generales**

Los materiales para la fabricación de los elementos de fijación y empalme del cable de guarda, son acero forjado.

Las características mecánicas son: dureza, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, estricción y resistencia.

La composición química de los materiales está de acuerdo con lo especificado en las normas indicadas.

El estado metalográfico del material corresponde al proceso especificado para cada pieza.

Las piezas presentan características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las interferencias radioeléctricas por encima de los límites fijados.

Las características técnicas del material se presentan en la Tablas N° 2.11 y N° 2.12 los Datos Técnicos.

TABLA N° 2.11: Datos Técnicos Garantizados de accesorios del cable de guarda

**Datos Técnicos**  
**Características de Accesorios del Cable de Guarda**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>A. GRAPA DE SUSPENSIÓN</b>			
1. Fabricante			COFAE SAC
2. Material		Acero Galv.	Hierro Nodular
3. Catálogo del Fabricante			CO3021
4. Norma de Fabricación y Pruebas			UNE 207009 UNE-EN 61284
5. Rango Diámetro Conductor activo	mm	3.10 – 11.70	3.10 – 12.50
6. Norma de galvanizado			ASTM A 153
7. Mínima carga de ruptura	kg	6800	> 6800
<b>B. GRILLETE</b>			
1. Fabricante			COFAE SAC
2. Material		Acero Galv.	Acero SAE 1045
3. Catálogo de Fabricante			CO2011
4. Norma de Fabricación y Pruebas			UNE 207009 UNE-EN 61284
5. Mínima Carga de Rotura	kg	6800	> 6800
<b>C. CONECTOR DOBLE VÍA, 01 TAPA, C/ 02 PERNOS</b>			
1. Marca			COFAE SAC
2. Material		Acero Galv.	Acero SAE 1020
3. Catálogo de Fabricante			CO2085
4. Rango Diámetro Cable de Guarda	mm	4.76 – 9.53	5.5 – 10.5
5. Norma de Galvanizado		ASTM A 153	ASTM A 153
6. Mínima Carga de Rotura	kg	6800	> 6800
<b>D. CONECTOR CABLE-ESTRUCTURA, 01 VIA, 01 TAPA, C/ 01 PERNO</b>			
1. Marca			COFAE SAC
2. Material		Acero Galv.	Acero SAE 1020
3. Catálogo de Fabricante			CO2086
4. Rango Diámetro Cable de Guarda	mm	4.76 – 9.53	5.5 – 10.5
5. Norma de Galvanizado		ASTM A 153	ASTM A 153
6. Mínima Carga de Rotura	kg	6800	> 6800





TABLA N° 2.12: Datos Técnicos Garantizados de accesorios del cable de guarda

**Datos Técnicos**  
**Características de Accesorios del Cable de Guarda**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>A. GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA</b>			
1. Marca			COFAE SAC
2. Material		Acero Galv.	Hierro Nodular
3. Catálogo del Fabricante			CO3011
4. Norma de Fabricación y Pruebas		ASTM A 153	UNE 207009
5. Rango Diámetro Conductor activo	mm	5.1 – 17.3	UNE-EN 61284
6. Norma de galvanizado			5.10 – 12.50
7. Mínima carga de ruptura	kg	6800	ASTM A 153
			> 6800
<b>B. GRILLETE</b>			
1. Fabricante			COFAE SAC
2. Material		Acero Galv.	Acero SAE 1045
3. Catálogo de Fabricante			CO2011
4. Norma de Fabricación y Pruebas			UNE 207009
5. Mínima Carga de Rotura	kg	6800	UNE-EN 61284
			> 6800
<b>C. CONECTOR DOBLE VÍA, 01 TAPA, C/ 02 PERNOS</b>			
1. Marca			COFAE SAC
2. Material		Acero Galv.	Acero SAE 1020
3. Catálogo de Fabricante			CO2085
4. Rango Diámetro Cable de Guarda	mm	4.76 – 9.53	5.5 – 10.5
5. Norma de Galvanizado		ASTM A 153	ASTM A 153
6. Mínima Carga de Rotura	kg	6800	> 6800
<b>D. CONECTOR CABLE-ESTRUCTURA, 01 VIA, 01 TAPA, C/ 01 PERNO</b>			
1. Marca			COFAE SAC
2. Material		Acero Galv.	Acero SAE 1020
3. Catálogo de Fabricante			CO2086
4. Rango Diámetro Cable de Guarda	mm	4.76 – 9.53	5.5 – 10.5
5. Norma de Galvanizado		ASTM A 153	ASTM A 153
6. Mínima Carga de Rotura	kg	> 6800	> 6800



## **CAPITULO III**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE**

En este Capítulo se presentan las Especificaciones Técnicas de Montaje para la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba - Morena, las mismas que definen la naturaleza de los trabajos realizados por el Contratista.

#### **3.1 Montaje de Estructuras**

##### **3.1.1 Objetivo**

Estas especificaciones tienen como objetivo presentar como guía para los procedimientos inherentes al montaje de estructuras durante la construcción de una línea de transmisión.

##### **3.1.2 Alcance**

Estas especificaciones sirven como una guía para realizar labores de montaje de estructuras en una línea de transmisión.

##### **3.1.3 Montaje de Estructuras**

Cada torre o parte de ésta, fue seleccionada teniendo en cuenta la numeración, marca y pintura de acuerdo con la lista de composición se enviaron al sitio de montaje de tal forma que no haya posibilidad de confusión de sus elementos con los de otra torre. Ver Anexo F

El montaje de las torres se realizó por el sistema pieza a pieza pre-armando secciones en el piso para luego montarlas con la utilización de plumas de acero extra liviano, equipo de tracción mecánica (winche), aparejos de soga. Los miembros estructurales se izaron utilizando manila, con el cuidado necesario para que las piezas que se están elevando no hicieran contacto con la estructura ya colocada.

Una vez montada la torre se procedió a su revisión, actividad que consiste en la torquedad con llaves de todos los pernos y tornillos, punzonado y remachando los tornillos en puntos separados a 120°, desde la cimentación hasta un 2,5 m arriba de la base.

Posteriormente, se procedió a la colocación de placas de numeración, señalización, avisos de peligros y antiescalamiento. Finalmente, se procedió a retocar con una pintura tipo galvanizado en frío, las partes cuyo galvanizado haya sufrido daños en el transporte o en montaje y a la limpieza de sales y a la protección con pintura bituminosa de las partes que quedaron bajo tierra al terminar el relleno y apisonado.



### Tolerancias

- **Angulo de Espera y parrillas**, Las tolerancias para el montaje de los ángulos de espera de las fundaciones en parrillas son las siguientes.
  - Las diferencia de elevación entre puntos idénticos de ángulos de espera adyacentes no debe exceder de un milésimo (1/1000) de la distancia horizontal entre puntos.
  - La tolerancia vertical y horizontal para cualquier ángulo de espera debe ser más o menos 6 mm en cada dirección.
  - La tolerancia en pendiente del ángulo de espera debe ser de más o menos, dos milímetros por cada metro de longitud que el ángulo de espera tenga por fuera del terreno.
- **Estructura**, Todas las estructuras una vez montadas deberán permanecer verticales bajo los esfuerzos impuestos por los conductores y demás accesorios que se monten hasta tener completa la línea. La máxima desviación de las torres respecto a eje transversal o longitudinal de la línea será de 3/1000 de su altura. La verticalidad de las torres se comprobara con transito de precisión.

#### 3.1.4 Descripción del Montaje de Estructuras

La Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena consta de 113 estructuras metálicas de acero galvanizado (Torres autosoportadas de celosía) cuyas siluetas y planos de detalles se muestran en el Anexo B.

Las dimensiones de estas Torres varían de acuerdo a los desniveles en el perfil topográfico de la Línea de Transmisión y a la necesidad de esfuerzos que debían soportar, en la planilla de estructuras como construidas se muestra la distribución y la numeración de las torres: así mismo el tipo de cada uno. Anexo C.

Los tipos de torres utilizados en la Línea 60 kV y sus características se muestran a en el Cuadro N° 3.1

CUADRO N° 3.1: Características de Torres

TIPO DE TORRE	ANGULO	VANO VIENTO	VANO PESO	FUNCION
S-3, S+0, S+3, S+6	2°	505	800	Suspensión
A-3, A+0, A+3, A+6	20°	1050	2500	Retención con ángulo
T-3, T+0, T+3	65°	2539	1750	Retención Terminal
TE-3, TE+0, TE+3	95°	3560	800	Retención Terminal Especial

Las cantidades por tipos de Torres utilizadas en la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena, se muestran en el Cuadro N° 3.2

CUADRO N° 3.2: Cantidad de Torres

Torre Tipo "S"		Torre Tipo "A"		Torre Tipo "T"		Torre Tipo "TE"	
S-3	26	A-3	15	T-3	6	TE-3	14
S+0	10	A+0	6	T+0	2	TE+0	4
S+3	10	A+3	8	T+3	3	TE+3	3
S+6	3	A+6	3				
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>Total</b>	<b>21</b>

La distribución de las estructuras de acuerdo al perfil topográfico de la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena se muestran en los planos de Planta y Perfil como construido, en las cuales se pueden apreciar los desniveles de la geografía así como ríos, caminos y carreteras que cruza esta línea. Ver Anexo G

También se muestra las líneas eléctricas en media y baja tensión que cruza y/ o son paralelas a la línea construida y otros detalles importantes para su mantenimiento y acceso.

Para el tendido y el flechado se tuvieron en cuenta las consideraciones necesarias y de acuerdo a ellas se calcularon las tablas respectivas. Estos datos son importantes para el caso de algún cambio del conductor y/o mantenimiento de estas. Ver Anexo H.

Como en el tramo final de la Línea 60 kV, cerca de las instalaciones de Compañía Minera Poderosa S.A. es zona de tráfico aéreo se instalaron las balizas necesarias. En el Cuadro N° 3.3 se muestran las estructuras típicas.

CUADRO N° 3.3: Estructuras Típicas

Tipo	Altura de Sujeción respecto a la pata +0 (2m)
S-3	13.60
S+0	16.60
S+3	19.60
S+6	22.60
A-3	15.00
A+0	18.00
A+3	21.00
A+6	24.00
T-3	15.00
T+0	18.00
T+3	21.00
TE-3	15.00
TE+0	18.00
TE+3	21.00

En el Cuadro N° 3.4 siguiente, se muestra la ubicación de las torres en los vértices en coordenadas UTM conforme a Obra.

CUADRO N° 3.4: Ubicación de Torres en los vértices

PROYECTO : LINEA DE TRANSMISION 60 KV CAJABAMBA - MORENA  
 DISTRITOS : VARIOS  
 PROVINCIAS : CAJABAMBA Y PATAZ

Vertice. N°	Estr. N°	Progresiva (mt)	Vano Real Adelante	Coordenadas UTM		
				Este (mt)	Norte (mt)	Cota (mt)
		0,000	146,58	826818,676	9157086,659	2751,260
V-01	T-01	146,580	202,60	826965,000	9157078,000	2766,700
V-02	T-02	349,180	329,61	827166,860	9157095,310	2790,630
V-03	T-03	678,790	575,69	827496,465	9157097,044	2837,820
V-04	T-04	1254,480	769,26	827920,012	9156707,137	2916,530
V-05	T-06	2023,740	1539,03	828355,000	9156072,671	3169,900
V-06	T-09	3562,770	695,00	828799,678	9154599,283	3094,590
V-07	T-10	4257,770	1586,50	829157,514	9154003,482	3042,890
V-08	T-14	5844,270	560,06	830553,749	9154756,815	3194,020
V-09	T-15	6618,370	679,50	169190,843	9154410,162	3296,080
V-10	T-17	7297,870	899,70	169869,299	9154447,816	3416,060
V-11	T-18	8197,570	706,30	170768,831	9154465,193	3518,040
V-12	T-19	8903,870	533,56	171475,011	9154452,209	3576,610
V-13	T-20	9437,430	798,06	171962,556	9154235,446	3643,520
V-14	T-21	10235,490	205,70	172712,604	9153962,813	3859,480
V-15	T-22	10441,190	1372,80	172851,476	9153811,066	3849,010
V-16	T-26	11813,990	2514,13	174065,977	9153171,094	3844,860
V-17	T-32	14328,120	265,10	176492,690	9153828,295	4002,440
V-18	T-33	14593,220	1351,00	176757,755	9153832,613	3958,300
V-19	T-37	15944,220	478,50	178075,587	9153535,090	3631,630
V-20	T-38	16422,720	528,70	178524,909	9153370,553	3497,750
V-21	T-39	16951,420	1106,50	179045,669	9153279,270	3350,320
V-22	T-40	18057,920	1275,30	180108,652	9152972,009	3235,940
V-23	T-41	19333,220	1465,90	181357,148	9153232,101	2997,450
V-24	T-46	20799,120	1015,40	182776,916	9152867,243	3321,250
V-25	T-49	21814,520	1422,70	183718,762	9152487,817	3365,740
V-26	T-53	23237,220	306,20	185122,632	9152257,114	2540,910
V-27	T-54	23543,420	1141,10	185346,053	9152047,731	2342,630
V-28	T-55	24684,520	3307,97	186377,683	9151560,033	2160,180
V-29	T-64	27992,490	3013,87	189677,505	9151328,001	3104,470
V-30	T-73	31006,360	1205,49	192688,836	9151204,304	3751,120
V-31	T-74	32211,850	295,27	193859,668	9150917,322	3496,800
V-32	T-75	32507,120	1167,34	194148,181	9150854,520	3523,480
V-33	T-76	33674,460	222,10	195280,105	9150569,156	3501,480
V-34	T-78	33896,560	1220,00	195495,819	9150516,282	3553,380
V-35	T-79	35116,560	456,00	196704,494	9150350,434	3370,040
V-36	T-80	35572,560	1040,33	196999,290	9150002,538	3400,510
V-37	T-83	36612,890	749,80	197928,094	9149533,914	3434,660
V-38	T-86	37362,690	3110,40	198628,032	9149265,050	3324,830
V-39	T-95	40473,090	965,60	201513,101	9148102,740	2484,010
V-40	T-98	41438,690	323,10	202441,605	9147837,669	2201,140
V-41	T-99	41761,790	228,80	202749,181	9147738,722	2079,590
V-42	T-100	41990,590	1065,20	202947,799	9147625,142	1987,190
V-43	T-101	43055,790	472,10	203861,590	9147077,750	1637,560
V-44	T-102	43527,890	155,20	204318,770	9146960,000	1628,790
V-45	T-103	43683,090	612,70	204447,235	9146872,915	1593,020
V-46	T-104	44295,790	1598,80	205040,077	9147027,637	1460,190
V-47	T-107	45894,590	622,00	206631,091	9147185,234	1385,820
V-48	T-108	46516,590	923,30	206954,111	9146653,687	1422,640
V-49	T-111	47439,890	793,60	207828,188	9146356,245	1629,100
V-50	T-112	48233,490	1011,00	208608,365	9146210,900	1882,130
V-51	T-113	49244,490	38,00	209582,250	9145939,480	1941,330
		49282,490		209619,450	9145931,720	1947,330

## 3.2 Tendido de Conductor y Cable de Guarda

### 3.2.1 Objetivo

Estas especificaciones tienen como objetivo presentar una descripción para el procedimiento inherente al tendido de conductor y cable de guarda durante la construcción de una línea de transmisión.

### 3.2.2 Alcance

Estas especificaciones sirven como una guía para realizar labores de tendido de conductor y cable de guarda durante la construcción de una línea de transmisión.

### 3.2.3 Tendido de Conductor y Cable de Guarda

#### Actividades Preliminares

Antes del inicio del tendido de conductores se adelantaron las siguientes actividades:

Revisión de estructuras para tendido, por la cuadrilla de revisión conformada por la Supervisión y el Contratista.

Despeje de zona a lo largo del tendido

Colocación de cadenas y poleas.

Protección con pórticos en cruces con líneas de transmisión y carreteras

Estas actividades se desarrollaron con suficiente anticipación antes de iniciar la riega y el tendido de los conductores y cables de guarda.

- **Tablas de tendido.** En esta tabla se muestra los cálculos de flechas para el cable tendido y regulado en cada uno de los vanos y las cargas verticales en poleas y contratiros para uno de las torres de un tramo de línea determinado.
- **Tablas de regulación.** En estas tablas se indican las flechas que deben obtenerse en todos y cada uno de los vanos de la línea a diferentes temperaturas, así como las correcciones que deben hacerse en la colocación de grapas de suspensión para que las cadenas de aisladores permanezcan en posición vertical o corrección en grupos.
- **Programa de Tendido.** De acuerdo con el plantillado y los perfiles elaborados, se presentó la siguiente información:
  - Definición de los sectores de tendido.
  - Fechas de inicio y termino de tendido.
  - Sistema de trabajo.
  - Personal y equipo a emplearse.
  - Ubicación del equipo, como el freno y malacate.
  - Longitud y número de la lista de empaque de cada bobina empleada en el sector.

- Ubicación de empalmes.
- Ubicación de las contrapoleas.
- Esfuerzos máximos sobre cada estructura.
- Ubicación de radios y demás equipos de comunicación. Estos equipos se ubicaron en los sitios con algún riesgo; sitios de plaza y torres con ángulo o en contratiro.
- Ubicación y protecciones de cruce vías como líneas eléctricas y de comunicación. Las protecciones en carreteras o caminos se realizaron con pórticos de madera, los cuales difieren en forma o fortaleza, según la condición de trabajo o importancias de la vía, las ejecutaron un capataz, oficiales de línea y ayudantes.

Personal y equipo empleado.

Ubicación exacta de las estaciones para bobinas, equipos y rutas de acceso a las mismas.

- Obras que se realizaran en los diferentes cruces y programación de los tiempos de suspensión de los servicios y las etapas de realización, tipos de protección, condiciones de vigilancia, variantes en las líneas de energía y comunicación.

Las estaciones de tendido se localizaron a una distancia tal de la torre, que permita ubicar los equipos de manera que el conductor no ejerza esfuerzos peligrosos sobre la estructura. Una vez autorizados la localización de las estaciones de tendido y las rutas de acceso se inició la construcción de los mismos habilitando el terreno para la colocación del equipo.

### **Ejecución del Tendido**

El tendido y tensionado de los conductores se efectuaron con equipos y métodos especializados debidamente aprobados por el propietario y que garantizaron el cumplimiento de los requisitos establecidos en las especificaciones.

### **Carretes**

Durante los procesos de cargue y descargue se tuvieron especial cuidado con los carretes, por lo que se empleo una grúa.

### **Poleas**

Las poleas para el tendido de los conductores y cables de guarda fueron de giro libre, diseñadas de tal forma que eviten daños al conductor, inspeccionados y engrasados antes y durante el tendido.



### **Equipo de Tensionado**

El tendido del conductor y el cable de guarda se realizaron por el método de “tensión controlada” utilizando equipos de tensionado con tambor revestido de neopreno y cuyas características y propiedades se sometieron a aprobación previa. El tendido del pescante de acero se realizo por medio de sogas el cable fue frenado con un equipo llamado freno de una capacidad de tambor de aproximadamente 2,5 Tn.

Una vez terminado el tendido del conductor y pasado un determinado tiempo fijado, se procedió a la regulación de los conductores y cable de guarda.

La regulación se realizo conductor por conductor por medio de los aparejos cuádruples de acero. La flecha y regulación se controlo por medio de nivelación topográfica con instrumentos de precisión para medida de la flecha real y con el auxilio de dinamómetros calibrados.

Luego de efectuada la regulación se procedió a colocar las grapas de suspensión y varillas de blindajes de acuerdo a las correcciones offset y luego se procedió a la colocación de los amortiguadores. Por último se colocaron los puentes de conexión, cadenas estabilizadoras, balizas, etc.

Estas labores la ejecutaron una cuadrilla de amarre conformada por una comisión de topografía, capataz, oficiales I y II y ayudantes prácticos y se apoyaron en las tablas de regulación.

El personal a cargo maneja las tablas de regulación para el cálculo del ángulo de flechado, así como un termómetro ya que la temperatura es determinante en este proceso.

## **3.3 Obras Civiles**

### **3.3.1 Objetivo**

Estas especificaciones tienen como objetivo describir los procedimientos inherentes a la obra civil durante la construcción de una línea de transmisión.

### **3.3.2 Alcance**

Estas especificaciones sirven como una guía para realizar labores de obras civiles en una línea de transmisión.

### **3.3.3 Documentos de Referencia**

Normas ICONTEC 6773 – 396 –550

Normas ASTM A615

Especificaciones: Planas de constitución Código de constitución sismo resistente

### 3.3.4 Procedimientos Constructivos

#### Excavaciones

La comisión de topografía procedió a marcar en el terreno cada una de las cuatro patas de la torre, llenando para esto la planilla de Marcación de Excavaciones con los datos de campo, y siendo verificada posteriormente por la comisión de topografía de la Supervisión,

Antes de iniciar las excavaciones se prepararon las tablas de marcación de las fundaciones con las cuales se define su cota, ancho y profundidad, de acuerdo con la topografía del terreno y las extensiones de pata de la respectiva torre, adecuándose al tipo de fundación definido en el diseño, asimismo buscando que la excavación a ejecutarse sea la mínima posible, respetando las tolerancias permitidas.

#### Personal

Para la ejecución de la excavación, el personal estuvo compuesto por un capataz que controla los cortes y personal obrero.

#### Tipos de Excavaciones.

- **Excavación en terreno común o conglomerado.** Se realizó por métodos manuales con el uso de picos, palas y barras. En terrenos inestables o que presenten peligro de desprendimiento se usaron entibados de madera presionados contra el terreno por gatos, cuñas y codales, que aseguren un óptimo contacto con el terreno y su inmovilidad. Cuando se ha alcanzado la cota final de la excavación se procedió a su nivelación con niveles de albañil y métodos manuales, una vez colocadas las cotas de fondo por la comisión de topografía.

**Excavación en roca.** Este tipo se ejecutó mediante el uso de explosivos. Las voladuras se hicieron únicamente bajo la dirección de personas competentes, con personal experimentado y previa aprobación escrita, en lo referente a los sitios para voladuras, la cantidad y calidad de los explosivos, los métodos de trabajo que se emplearon.

#### Medidas de Seguridad

- Toda excavación estuvo debidamente aislada con cerco convencional (estacones de madera y alambre de púa) para evitar accidentes de personas ajenas al proyecto y animales
- El personal para realizar estas labores contó con los implementos de seguridad personal, como casco, botas y guantes. Adicionalmente en cada excavación se utilizó una escalera, y/o en su defecto una soga debidamente asegurada en la

parte exterior de la excavación, para facilitar la evacuación del personal en los casos que fueron necesarios.

### **Fundaciones en Parrilla**

La ejecución de las fundaciones en parrillas se realizó de acuerdo a lo siguiente:

Nivelación de fondo de la excavación con un solado de concreto pobre o con material granular y/o sobre el terreno natural según las condiciones del terreno. Esta labor la ejecutó la comisión de topografía.

Armado de la fundación de parrilla por el método pieza por pieza a un lado de la excavación, para luego ser introducida a esta o pieza por pieza dentro de la excavación si la parrilla es demasiado pesada, dicha labor fue realizada por un capataz, dos oficiales y tres ayudantes.

Después de armada la parrilla se procedió a retocar con pintura bituminosa las partes afectadas en el transporte y montaje, la comisión de topografía ejecutó el posicionamiento y nivelación de las parrillas. En esta etapa se chequearon distancias diagonales al centro de la torre, pendientes de los montantes, distancias laterales y cotas de acuerdo a las extensiones de patas. Igualmente se chequearon el viro de los montantes y de la estructura en relación con el eje de la línea y con respecto a la bisectriz en caso de torres de ángulo.

### **Rellenos**

Este trabajo consiste en la ejecución de los llenos en los diversos tipos de fundaciones, ya sea con material seleccionado proveniente de la misma excavación o de zonas de préstamo. El personal para dicho trabajo fue de un capataz y obreros que se necesiten según el tamaño de las excavaciones.

Los rellenos compactados fueron ejecutados en forma manual con pisones metálicos y madera.

El material, normalmente limos arenosos sin ningún contenido de material orgánico, fue colocado en capas de máximo 20 cm. de espesor y se compactó homogéneamente hasta conseguir el grado de compactación determinado en las especificaciones. Normalmente el material utilizado es proveniente de la misma excavación a menos que su composición y/o humedad lo haga inadecuado, en este último caso y/o para completar el relleno de la fundación se usaron zonas de préstamo en lugares escogidos en las cercanías de las torres de común acuerdo con el propietario de los terrenos y la monitora ambiental.

Una vez terminada la explotación del préstamo se procedió a peinar sus taludes y a encapotar de nuevo para dejar el lugar en las mismas condiciones iniciales.



## **CAPITULO IV**

### **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

#### **4.1 Antecedentes**

Luego de la revisión del expediente de Ingeniería Detalle por parte de la Supervisión, se definieron todos los parámetros y materiales a utilizarse en la Obra.

#### **4.2 Objetivo**

El presente volumen tiene como objetivo presentar los cálculos justificativos desarrollados para la elaboración del expediente Conforme a Obra de la “Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba - Morena”; describiendo las características y criterios empleados para tal efecto, tomando como referencia las Normas Internacionales, Código Nacional de Electricidad y Normas dadas por la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas (DEP/MEM).

#### **4.3 Premisas de Cálculos**

##### **4.3.1 Generalidades**

En el estudio de Ingeniería definitiva, se realizó el análisis del Sistema Eléctrico, efectuando simulaciones de flujo de potencia para las condiciones de máxima y mínima demanda en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) para los años inicial y final, con la finalidad de verificar la regulación de tensión y los posibles requerimientos de compensación reactiva.

##### **4.3.2 Zonificación**

Las condiciones climatológicas para el diseño de la Línea de Transmisión 60 kV consideradas fueron las siguientes:

* Temperatura mínima	5°C
* Temperatura media	16°C
* Temperatura máxima ambiente	25°C
* Velocidad máxima del viento	90 km/h
* Humedad relativa promedio	55%

La cota sobre el nivel del mar de la ruta de la línea 60 kV varia entre 1 311 y 4 002 msnm.

### 4.3.3 Distancias Mínimas de Seguridad

Con el objeto de asegurar el aislamiento de las fases ante el riesgo de cortocircuitos se han tomado en cuenta las recomendaciones del Código Nacional de Electricidad, la Norma MEM-DEP 001 del Ministerio de Energía y Minas y el Código Americano de Seguridad Eléctrica (NESC), los que consideran como distancias mínimas de seguridad al cruce de la línea, mostradas en el Cuadro N° 4.1

Cuadro N° 4.1: Distancias Mínimas de Seguridad

- Distancia al suelo sobre el terreno no transitado por vehículos	6,0 m
- Distancia sobre carreteras	7,9 m
- Distancia sobre calles y caminos rurales	6,5 m
- Distancia a otras líneas que se cruzan	2,5 m
- Distancia a viviendas	3,5 m
- Distancia vertical a líneas de telecomunicaciones	2,5 m
- Distancia sobre el nivel más alto de río no navegable	7,0 m

### 4.3.4 Características de los Conductores

Las características principales de los conductores empleados en la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena se muestran en el Cuadro N° 4.2

Cuadro N° 4.2: Características de los Conductores

Descripción	Unidad	Conductor Activo	Cable de Guarda
Material		AAAC	A° G° EHS
Sección Nominal	mm <sup>2</sup>	120	38
Sección Real	mm <sup>2</sup>	126,4	38,32
Diámetro Exterior	mm	14,00	7,94
N° de Hilos / Diámetro		19	7
Peso Unitario	kg/m	0,322	0,305
Módulo de Elasticidad	kg/mm <sup>2</sup>	5 700	16 200
Tiro de Rotura	kg	3 332	5 080
Coef. de Dilatación Lineal	1/°C	2,30E-05	1,30E-05
Resistencia a 20 °C en CC.	Ω/km	0,2853	---

### 4.3.5 Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductores

Para el cálculo mecánico del conductor activo y cable de guarda, se ha considerado las hipótesis de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona de la Obra.

De acuerdo al CNES: La línea de transmisión se encuentra ubicada en la zona A, y se encuentra en dos áreas las cuales son:

**Zona A (Ligera) - Cargas debidas al viento**

Velocidad horizontal de viento 70 km/h

Temperatura 20°C

**Área 0 - Elevación menor a 3 000 m.s.n.m.**

**Caso de solo viento**

Velocidad horizontal de viento 94 km/h

Temperatura 10°C

**Caso de solo hielo**

Grosor radial del hielo (mm) 0 mm

Temperatura 0°C

**Caso combinado de hielo y viento**

Grosor radial del hielo (mm) 0 mm

Velocidad horizontal de viento 50 km/h

Temperatura 5°C

**Área 1 - Elevación de 3000 a 4000 m.s.n.m.**

**Caso de solo viento**

Velocidad horizontal de viento 104 km/h

Temperatura 5°C

**Caso de solo hielo**

Grosor radial del hielo (mm) 6 mm

Temperatura 0°C

**Caso combinado de hielo y viento**

Grosor radial del hielo (mm) 3 mm

Velocidad horizontal de viento 52 km/h

Temperatura 0°C

**4.3.6 Hipótesis de Cálculo Mecánico de Estructuras**

Las hipótesis de cálculo para las estructuras se describen a continuación:

***ESTRUCTURAS DE SUSPENSIÓN***

**Hipótesis de carga:**

Condición normal: Todos los cables sanos, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición anormal: un cable de guarda o un conductor roto con diferentes combinaciones, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición de mantenimiento: El doble de la carga vertical sobre todas las fases sin viento.

Condición de tendido: Para el cálculo de la fuerza longitudinal se calculó que la cadena de suspensión se inclina  $20^\circ$  en sentido longitudinal durante esta operación debido a los desniveles entre apoyos, y para el cálculo de la fuerza de ángulo se utiliza la mayor tensión entre 1.5 veces la tensión con temperatura mínima sin viento y condición inicial, o 2.0 veces la tensión de tendido que es igual al 80% de la EDS, no se considera presencia de viento.

Condición de simulación de hielo (viento + hielo, ó hielo máx): Todos los cables sanos, viento según clasificación y requerimientos CNES, temperatura según CNES para casos de hielo, manguito de hielo según norma CNES y especificaciones.

### ***ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN CON ÁNGULO***

#### **Hipótesis de carga:**

Condición normal: Todos los cables sanos, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición anormal: un cable de guarda roto y un conductor roto o dos conductores rotos con sus diferentes combinaciones, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición de mantenimiento: El doble de la carga vertical sobre todas las fases sin viento.

Condición de tendido: el cálculo de la fuerza longitudinal es la diferencia entre la tensión con una sobrecarga teórica suponiendo el peso del cable como el doble del peso real y la tensión EDS y para el cálculo de la fuerza de ángulo según las consideraciones teóricas teniendo en cuenta las dos tensiones anteriores, no hay presencia de viento.

Condición de simulación de hielo (viento + hielo, ó hielo máx): Todos los cables sanos, viento según clasificación y requerimientos CNES, temperatura según CNES para casos de hielo, manguito de hielo según norma CNES y especificaciones.

El ángulo de deflexión corresponde al ángulo que forma el vano anterior a la torre con el vano siguiente a la misma, el vano viento corresponde al promedio aritmético entre los vanos afluentes a la torre, y el vano peso es la mayor distancia horizontal entre las cotas mínimas de las catenarias de los vanos afluentes a la torre para las condiciones de temperatura mínima y máxima.

#### 4.4 Cálculos Eléctricos

##### 4.4.1 Capacidad de Transporte de la Línea 60 kV

###### Consideraciones Generales

El cálculo de la capacidad de transporte del conductor AAAC - 120 mm<sup>2</sup>, de la línea de transmisión Cajabamba - Morena, se realizó con el programa Bare Wire Sizing de EDSA Micro Corporation.

###### Parámetros del Sistema

- Voltaje Nominal del Sistema, Vn 60 kV
- Potencia Nominal a transmitir, Pn 7 MVA (ONAN)  
9 MVA (ONAF)
- Temperatura ambiente 16°C
- Altura sobre el nivel del mar 4000 m
- Conductor AAAC 120 mm<sup>2</sup>
- Diámetro del conductor 14,00 mm
- Máxima temperatura del conductor 75°C
- Longitud de la línea 49,28 km

###### Cálculo de la Capacidad de Transporte en Amperios y en MVA de la Línea de Transmisión

A continuación en el Cuadro N° 4.3 se muestra el resumen del cálculo de la capacidad de transporte en Amperios y en MVA de la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena. (EDSA Micro Corp. - (c) Copyright 2000 Bare Wire Sizing)

Cuadro N° 4.3: Capacidad de Transporte LT 60 kV

RDSA Micro Corp. - (c) Copyright 2000		v2.95.00
Bare Wire Sizing		Date : 11/28/2003
		Time : 11:51:39
Jobfile : D:\USR\PROANSA\290LTC-1\CALCULOS\LTAMP.BW2		
Node ID : CAJABAMB -> MORENA		
Description : LT CAJABAMBA-5/E MORENA 60 KV AAC 126.4 MM2		
Application	:	Ampacity Calculation
Unit	:	US Standard
Conductor Type	:	Aluminum
Conductor Size	:	
Conductor # Strand	:	19
Conductor Diameter	:	0.5728 inch
Resistance at 25 degree C	:	0.4247 ohm/mile
Resistance at 75 degree C	:	0.5158 ohm/mile
Maximum Temperature	:	75 degree C
Ambient Temperature	:	16 degree C
Ambient Wind Speed	:	2.000 ft/s
Coefficient of Emissivity	:	0.500
Coefficient of Solar Absorption	:	0.500
Line Elevation above Sea Level	:	13123 ft
Line Direction	:	NORTH-SOUTH
Line Latitude	:	7.70 degree
Local Sun Time	:	10:00
Atmosphere Condition	:	CLEAR
Convection Heat Loss (Qc)	:	13.724 W/ft
Radiated Heat Loss (Qr)	:	3.040 W/ft
Solar Heat Gain (Qs)	:	2.686 W/ft
Conductor Ampacity (amp)	:	380 A

Por tanto, la capacidad de transporte de la línea es de 380 A, que corresponden a 9 MVA.

#### 4.4.2 Cálculo de la Caída de Tensión, $\Delta U$ , a la Máxima Capacidad de Transporte

A continuación se muestra el resumen del cálculo de la caída de tensión a la máxima capacidad de transporte de la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena.

$$\Delta U (\%) = \frac{P * L * 1000 * (Rw * \cos \phi + XL * \text{sen } \phi)}{U^2} * 100 \quad (4.1)$$

donde:

XL = Reactancia inductiva (ohm/km)

XL =  $k * \log(DMG / RMG)$

k = 0.2794 a 60 Hz

DMG	=	Distancia Media Geométrica en m
DMG	=	$(D12 * D23 * D31)^{1/3}$
D12, D23, D31	=	Distancias en m entre centros de paquetes de conductores de un circuito trifásico
D12	=	4.8 m
D23	=	2.8 m
D31	=	5.557 m
DMG	=	4.2113 m
RMG	=	Radio Medio Geométrico
RMG	=	0.7788r
r	=	Radio del conductor en m
r	=	0.00727 m
RMG	=	0.0057 m

Entonces:

$$XL = 0.4846 \text{ ohm/km}$$

Ahora:

$$Rw (\text{AC} - 60 \text{ Hz}) = 0.3206 \text{ ohm/km a } 75^{\circ}\text{C}$$

Se asume el siguiente Factor de Potencia: 0.95

$$\cos \varphi = 0.95, \text{ entonces}$$

$$\text{sen } \varphi = 0.3122$$

$$U = \text{Voltaje en los terminales de salida en V}$$

$$U = 60000 \text{ V}$$

$$L = \text{Longitud de la línea en km}$$

$$L = 49.24 \text{ km}$$

Por lo tanto, reemplazando valores:

$$\Delta U = 5.66 \%$$

#### 4.4.3 Selección de Aislamiento y Cálculo de Distancias de Seguridad

##### 4.4.3.1 Parámetros Iniciales

Para efectos de la selección de aislamiento de la línea de transmisión a 60 kV, se consideraron los siguientes parámetros del sistema:

Altura s.n.m. en metros	4 000
Nivel de contaminación	Escasa a Moderada
Temperatura máxima en °C	25



Temperatura promedio en °C	16
Voltaje nominal fase-fase en kV	60
Máxima tensión de servicio fase-fase en kV	72,5
Nivel Básico de Aislamiento BIL según IEC 71-3 Table III "Standard phase-to-phase insulation levels for 52 kV < Um < 300 kV en kV"	325
Nivel cerámico en días de tormenta al año	40
Vano promedio de la línea en m	400
Cantidad de cables de guarda	1
Configuración de la línea	Triangular
Número de circuitos de la línea	1

#### 4.4.3.2 Consideraciones Generales

Los esfuerzos del aislamiento en la línea se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Esfuerzos causados por el voltaje del sistema a 60 Hz en condiciones normales de operación o por sobrevoltajes temporales.
- Esfuerzos causados por sobrevoltajes originados por operaciones de maniobra.
- Esfuerzos causados por sobrevoltajes debido a descargas atmosféricas.

Aquí no se considerarán los sobrevoltajes por maniobra, pues es comúnmente aceptado que para voltajes menores de 300 kV éstos no son determinantes para el aislamiento.

Así mismo, para líneas con voltajes menores o iguales a 230 kV los sobrevoltajes debidos a descargas atmosféricas son los determinantes para el cálculo del aislamiento, siempre y cuando el ambiente no sea altamente contaminado, en cuyo caso, el diseño del aislamiento para sobrevoltajes de baja frecuencia es el determinante para todos los niveles de tensión, para calcular la distancia que define el máximo ángulo de balanceo de la cadena de aisladores en las estructuras de suspensión, con la velocidad de viento máxima promedio.

#### 4.4.3.3 Aislamiento por Sobrevoltajes de Baja Frecuencia

$V_b =$  Tensión de soporte que garantiza el aislamiento para Sobrevoltajes de baja frecuencia, en kV.

$$V_b = 1,1 * V_m * F_b * K \quad (4.2)$$

Donde:

$V_m =$  Máx. Tensión de Servicio fase-neutro =  $72,5/\sqrt{3} = 41,85$  kV

$F_b =$  Factor de sobretensión para fallas monofásicas que depende del tipo de puesta a tierra del sistema.

Se considera que el sistema es sólidamente aterrizado, entonces

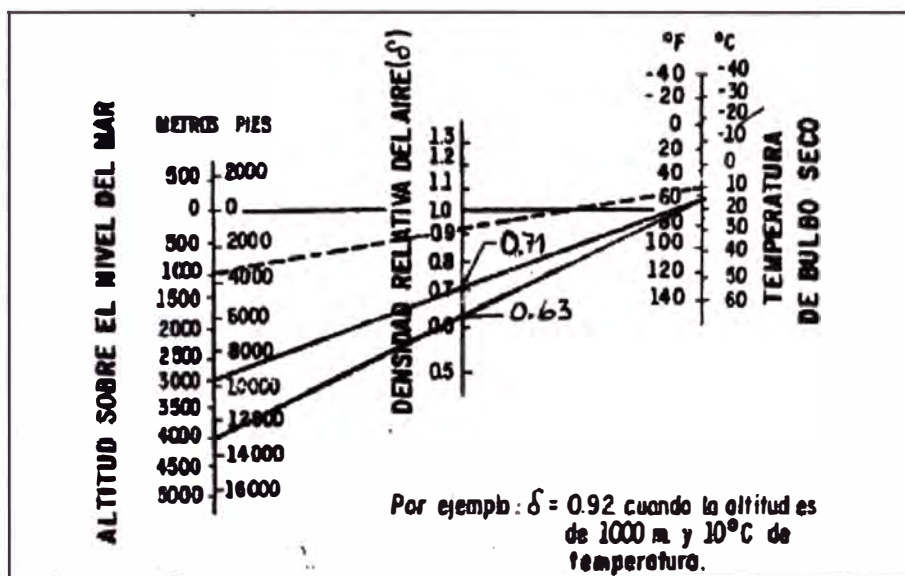
$$F_b = 1,4$$

$$K = F_\delta * F_H \text{ (Factor de corrección por condiciones atmosféricas).}$$

En donde:

$F_\delta$  : es un factor de corrección por densidad del aire, el cual depende de la altitud y de la temperatura del corredor de la línea. Se calcula como el inverso de la densidad relativa del aire, la cual se obtiene el Cuadro N° 4.4 siguiente:

Cuadro N° 4.4: Nomograma de la densidad relativa en función de la Altitud y la Temperatura

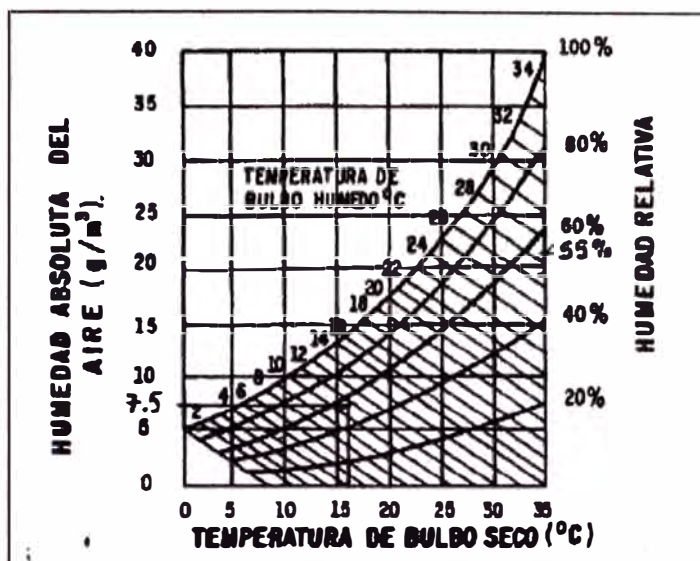


Para 4 000 m.s.n.m., entonces:

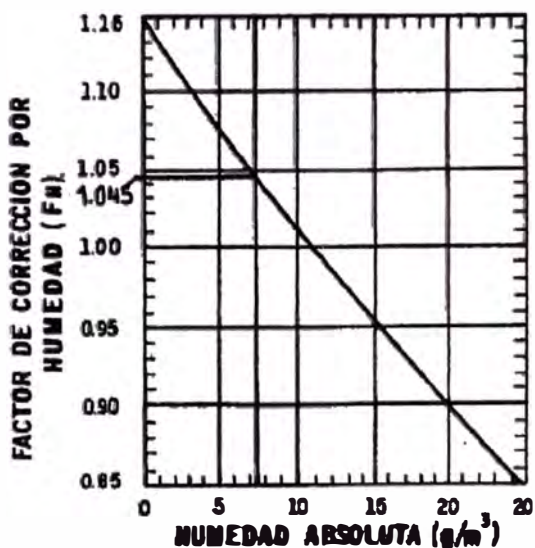
$$F_\delta = 1,59$$

$F_H$ : es un factor de corrección por humedad. Se obtiene de los Cuadros 4.5 y 4.6 siguientes, a partir de la humedad relativa del aire y la temperatura promedio del corredor.  $\Rightarrow F_H = 1,045$

Cuadro N° 4.5: Humedad absoluta del aire en función de las temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco



Cuadro N° 4.6: Factor de corrección por humedad para sobrecorrientes de 60 Hz



Para 4 000 m.s.n.m, entonces

$$K = 1,59 * 1,045 = 1,66$$

Para 3 000 m.s.n.m., obtenemos los siguientes valores:

$$F\delta = 1,4$$

FH = 1.045 entonces,

$$K = 1,4 * 1,045 = 1,46$$

1,1 = Factor de máxima tensión y envejecimiento  $\Rightarrow$

$$V_b = 1,1 * V_m * F_b * K$$

Para efectos de optimizar el diseño de la línea 60 kV, se calculará el sobrevoltaje por baja frecuencia para alturas iguales o superiores a 3 000 m con la altura de 4 000 m y para alturas entre 1 000 m y 3 000 m con la altura de 3 000 m.

Para  $H > 3\,000$  m, entonces:

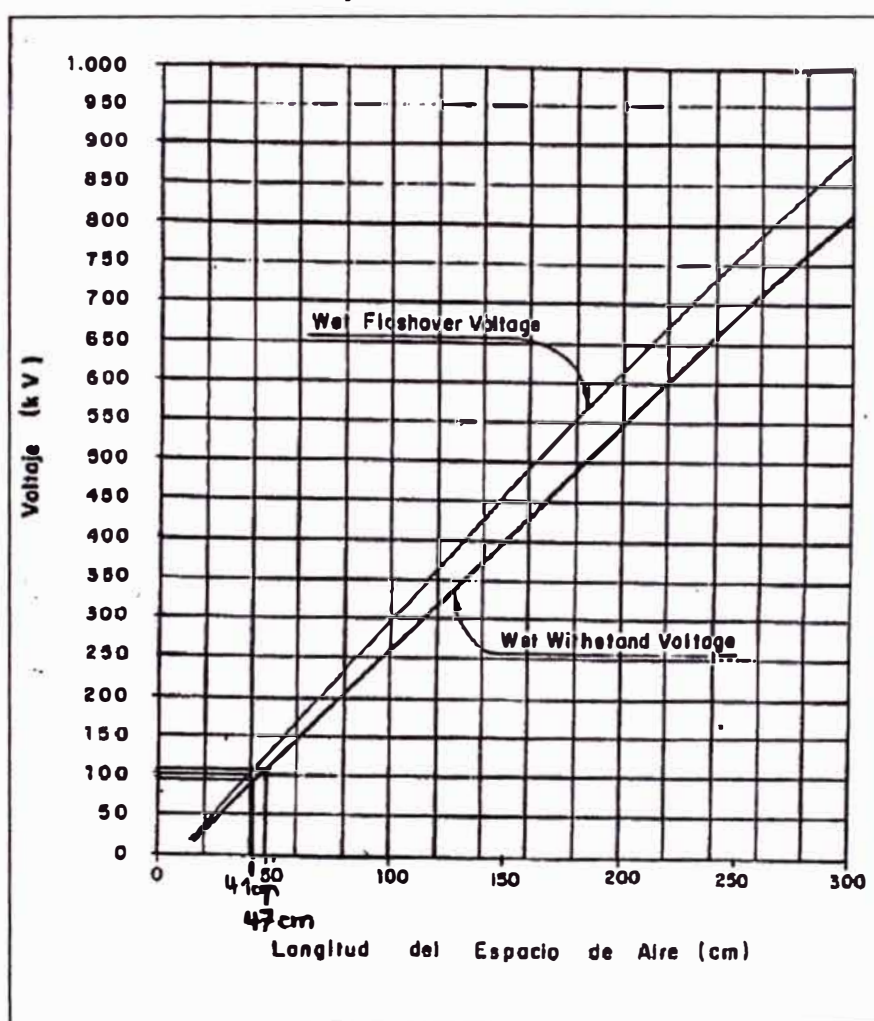
$$V_b = 107 \text{ kV (Para } H > 3\,000 \text{ m)}$$

Ahora, para  $1\,000 < H < 3\,000$  m, obtenemos

$$V_b = 95 \text{ kV (Para } 1\,000 < H < 3\,000 \text{ m)}$$

Con estos valores se obtiene del Cuadro N° 4.7 siguiente, la distancia mínima en aire:

Cuadro N° 4.7: Distancia de seguridad para sobretensiones a baja frecuencia



Distancia mínima en aire por sobrevoltaje de baja frecuencia para  $H > 3000$  m, es igual a 47 cm.

Distancia mínima en aire por sobrevoltaje de baja frecuencia para  $1000 < H < 3000$  m, es igual a 41 cm.

Estas distancias determinan el máximo ángulo de balanceo de la cadena de aisladores en las estructuras de suspensión, calculado con la velocidad de viento máxima promedio.

#### 4.4.3.4 Determinación de la Distancia de Fuga

La línea se encuentra localizada en una zona de contaminación ambiental escasa a moderada, se puede catalogar la zona con un grado de contaminación entre ligero y medio, al que le corresponde una "distancia nominal de fuga específica mínima" de 16 mm por kV.

La distancia de fuga es el factor que determina el número mínimo de unidades de una cadena de aisladores:

$$Df = Kf * Um * Kd \quad (4.3)$$

Donde:

$Df$  = Distancia de fuga mínima nominal en mm

$Kf$  = Distancia de fuga específica mínima nominal

$Kf = 16 \text{ mm/kV}$

$Um$  = Máxima tensión de servicio

$Um = 72,5 \text{ kV}$

$Kd$  = Factor de corrección que depende del diámetro de cada unidad de la cadena de aisladores

Se utilizarán aisladores de porcelana con las siguientes características: paso 146 mm, diámetro de la campana de 254 mm y distancia de fuga de 292 mm. Debido a que estos aisladores tienen diámetros menores a 300 mm, entonces,

$$Kd = 1$$

Para instalaciones situadas a una altura sobre el nivel del mar mayor de 1 000 m, es necesario incrementar la distancia de fuga debido al cambio de densidad del aire, aplicando el factor de corrección ( $Ka$ ) indicado a continuación:

$$Ka = \frac{1}{1 + 1,25 \times 10^{-4} * (H - 1000)} \quad (4.4)$$

En donde:

$Ka$  = factor de corrección por altura

$H$  = altura sobre el nivel del mar (m).

$\Rightarrow Ka = 0,727$  (Para  $H > 3\ 000 \text{ m}$ , tomando un  $H = 4\ 000 \text{ m}$ )

Para alturas entre  $1000 < H < 3000$  obtenemos el siguiente  $Ka$ ,

$\Rightarrow Ka = 0,8$  (Tomando un  $H = 3\ 000 \text{ m}$ )

$$Df = (Kf * Um * Kd) / Ka \quad (4.5)$$

$$Df = \frac{16 * 72,5 * 1}{0,727}$$

**Df = 1 596 mm (Para H > 3 000 m)**

Para 1 000 < H < 3 000 m obtenemos la siguiente (Df):

$$Df = \frac{16 * 72,5 * 1}{0,8}$$

**Df = 1 450 mm (Para 1 000 < H < 3 000 m)**

#### **4.4.3.5 Determinación de la Cantidad de aisladores de las Cadenas de Suspensión y Retención con Aisladores Estandar**

Con el fin de hallar la longitud del espaciamento en aire para descargas atmosféricas, a continuación se sigue el método planteado por NGK INSULATOR LTD.

$$N = 1,15 * Df / df \quad (4.6)$$

Donde, para H > 3 000 m:

N = Número de unidades de la cadena

Df = Distancia de fuga mínima nominal en mm

Df = 1 596 mm

df = (292 mm) Distancia de fuga de una unidad

Entonces, remplazando:

**NS = 6 unidades, para las cadenas de suspensión**

Para las cadenas de retención se deja un aislador de más, con el fin de dejar un margen para preveer acercamientos por curvatura de las mismas, entonces.

**NT = 7 unidades, para las cadenas de retención**

Ahora para 1 000 < H < 3 000 con una Df = 1 450 mm obtenemos la siguiente cantidad de aisladores:

**NS = 5 unidades, para las cadenas de suspensión**

Para las cadenas de retención se deja un aislador de más, con el fin de dejar un margen para preveer acercamientos por curvatura de las mismas, entonces,

**NT = 6 unidades, para las cadenas de retención**

#### **4.4.3.6 Determinación de la Distancia Estándar en Aire**

Para líneas con voltajes menores o iguales a 230 kV, el diseño del aislamiento depende básicamente de los sobrevoltajes por descargas atmosféricas. El aislamiento diseñado es generalmente suficiente para los voltajes a la frecuencia del sistema, aún en condiciones de humedad.

Según IEC 71-3 Tabla "Correlations between insulation levels and minimum phase-to-phase air clearances for Um < 300 kV", para una tensión máxima de servicio de

72,5 kV le correspondería un BIL de 325 kV, pero como la línea se encuentra a 4 000 m.s.n.m en promedio, hay que aplicarle un factor ( $K_a$ ) calculado anteriormente para corrección por altura.

Para  $H = 4\ 000$  m tenemos un factor de  $K_a = 0,727$

$\Rightarrow 325\text{ kV} / 0,727 = 447\text{ kV}$ , se tiene un BIL de 450 kV, al cual le corresponde una distancia en aire de 900 mm.

Para  $H = 3\ 500$  m tenemos un factor de  $K_a = 0,8$

$\Rightarrow 325\text{ kV} / 0,8 = 406\text{ kV}$ , se tiene un BIL de 450 kV, al cual le corresponde una distancia en aire de 900 mm.

Para ambos casos, 3 000 m ó 4 000 m, se tiene la misma distancia estándar en aire que será la siguiente:

#### **Distancia estándar en aire = 900 mm**

La longitud de aislamiento en aire de los aisladores de porcelana debe ser, por lo menos, igual a la distancia estándar fase-tierra (conductor - estructura) requerida por el nivel de aislamiento.

Para  $H >$  de 3 000 m la cadena de aisladores seleccionada tiene una longitud de aislamiento en aire es 1 182 mm, valor que supera los 900 mm mínimos requeridos. Así mismo, para  $1\ 000 < H < 3\ 000$  m la cadena de aisladores seleccionada tiene una longitud de aislamiento de 1 036 mm, que también supera los 900 mm mínimos requeridos.

Por tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda adoptar las siguientes distancias para el diseño electromecánico:

Para alturas  $H > 3\ 000$  m,

- Para baja frecuencia (distancia mínima en aire) = 470 mm
- Para descargas atmosféricas (distancia estándar en aire) = 900 mm

Para alturas entre  $1\ 000\text{ m} < H < 3\ 000\text{ m}$ ,

- Para baja frecuencia (distancia mínima en aire) = 410 mm
- Para descargas atmosféricas (distancia estándar en aire) = 900 mm

#### **4.4.5 Justificación del Cable de Guarda**

A continuación se justificará el cable de guarda, desde el punto de vista técnico de la capacidad de soporte de las corrientes de corto circuito.

##### **4.4.5.1 Cálculo de la Capacidad de Soporte de Corriente Eficaz de un Cable de Guarda**

La ecuación característica que describe la capacidad de soporte de corriente eficaz de un cable de guarda es:



$$I = \frac{[J * A^2 * De * S * \ln(1 + \alpha(\phi - \phi_o))]^{1/2}}{\rho * \alpha * t} \quad (A) \quad (4.7)$$

Donde, para el cable de guarda escogido tipo A°G° EHS 49,4 mm<sup>2</sup> (5/16") se tienen los siguientes parámetros:

I	Corriente eficaz en A		
$\rho$	Resistividad en $\Omega$ -cm	=	15,9 x 10 <sup>-6</sup>
J	Constante en julios / caloría	=	4,185
A	Sección del conductor en cm <sup>2</sup>	=	0,494
S	Calor específico en calorías / g °C	=	0,118
De	Densidad en g / cm <sup>3</sup>	=	7,86
$\alpha$	Coefficiente de temperatura en 1 / °C	=	0,0035
$\phi$	Temperatura final en °C	=	400
$\phi_o$	Temperatura inicial en °C	=	40

Estos valores de  $\phi$  se seleccionaron teniendo en cuenta que la literatura técnica recomienda 400 °C para el conductor EHS, ya que a temperaturas mayores que estos valores empiezan a perder en forma significativa la resistencia mecánica.

t	Duración del cortocircuito en s	=	0.5
---	---------------------------------	---	-----

Reemplazando, se tiene:

$$I = 5\,268\,A$$

#### 4.4.5.2 Corriente de Corto Circuito del Sistema a 60 kV

De acuerdo con los niveles de Corto Circuito del Sistema Eléctrico Proyectado, se tiene una corriente de corto circuito monofásica de 603 A.

De aquí se concluye que el conductor tipo A°G° EHS 49,4 mm<sup>2</sup> (5/16") cumple satisfactoriamente con los requisitos mínimos de corriente de corto circuito.

#### 4.4.6 Posicionamiento del Cable de Guarda y Fallas por apantallamiento

##### 4.4.6.1 Consideraciones Generales

Para el desarrollo de los cálculos se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones y parámetros del sistema:

La longitud de la línea es de 49,28 km

Voltaje nominal fase–fase de 60 kV

Máxima tensión de servicio fase-fase de 72,5 kV

La configuración de la línea es triangular de un (1) circuito

Longitud promedio de vano de 400 m

Un (1) cable por fase AAAC 120 mm<sup>2</sup>, de diámetro 14,00 mm

Un (1) cable de guarda Tipo A°G° EHS 38,36 mm<sup>2</sup> (diámetro 7,94 mm)

Nivel isocerámico para la región de 40 días de tormenta al año

Temperatura promedio 16 °C

De acuerdo con la disposición de la línea se tienen los siguientes datos:

Localización del conductor de fase más expuesto:

- Altura al punto de amarre ( $Y_{\emptyset i}$ ) = 19,758 m
- Distancia horizontal desde  $X = 0,0$  ( $X_{\emptyset i}$ ) = 2,4 m
- Distancia entre el conductor y el cable de guarda ( $F$ ) = 6,597 m
- Flecha promedio ( $F_{\emptyset i}$ ) = 10 m

Localización del cable de guarda:

- Altura al punto de amarre ( $Y_G$ ) = 24,481 m
- Distancia horizontal desde  $X = 0,0$  ( $X_G$ ) = 0,00 m
- Flecha promedio ( $F_G$ ) = 7 m

#### 4.4.6.2 Desarrollo de los Cálculos

En esta memoria se desarrollan los cálculos con base en el método simplificado de los dos puntos de IEEE - EPRI para evaluar el comportamiento de una línea de transmisión ante descargas atmosféricas.

A continuación se muestran los cálculos realizados:

#### CÁLCULO DEL POSICIONAMIENTO DEL CABLE DE GUARDA

##### 1.- GEOMETRÍA DE LA LÍNEA

localización cable de guarda:

Altura punto de amarre,	$Y_g =$	24.48 m
Flecha promedio c.g.,	$F_g =$	7.00 m
Dist. horizontal al c.g.,	$X_g =$	0.00 m
Dist. entre c.g. y conduct.	$F =$	6.60 m

localización conductor mas expuesto:

Altura punto de amarre,	$Y_{\emptyset i} =$	19.76 m
Flecha promedio conduct.	$F_{\emptyset i} =$	10.00 m
Dist. horizontal al conduc.,	$X_{\emptyset i} =$	2.40 m

##### 2.- NIVEL CERAUNICO:

Número de días de tormenta	$T =$	40 días/año
----------------------------	-------	-------------

##### 3.- DENSIDAD DE RAYOS A TIERRA

Densidad de rayos a tierra,	$N_g =$	4.02 rayos/km <sup>2</sup> /año
-----------------------------	---------	---------------------------------

##### 4.- NUMERO DE RAYOS A LA LÍNEA

Separación entre c. guardia,	$b =$	0.00 m
Altura de la estructura,	$H =$	24.48 m
Número de rayos a la línea,	$N =$	76.75

##### 5.- ALTURA MEDIA CONDUCT. Y C.GUARDIA

Altura media c.guardia,	$Y'_g =$	19.81 m
Altura media conductor	$Y'_{\emptyset i} =$	13.09 m

**6.- APANTALLAMIENTO EN LA ESTRUCTURA**

Dist. horizontal c.g-cond.,	DX=	2.40 m
Ángulo de apantallamiento,	$\alpha$ =	19.65 °

**7.- MÁXIMA DISTANCIA DE CHOQUE**

Const ajuste dist.choque/tierra,	$\beta$ =	1
Altura promedio cables,	$Y$ =	16.45 m
Tangente ángulo apantall.,	$m$ =	0.36 m
	$V$ =	18.55 m
	$W$ =	-306.82 m <sup>2</sup>
Máxima distancia e choque	$S_{max}$ =	24.65 m

**8.- CORRIENTE MÁXIMA PARA FALLAS DE APANTALLAMIENTO**

Coficiente,	$K$ =	10
Exponente,	$n$ =	0.65
Corriente máxima,	$I_{max}$ =	4.01 kA

**9.- VOLTAJE CRÍTICO DE FLAMEO**

Longitud del aislamiento	$W$ =	1.168 m
Tiempo,	$t$ =	6.00 us
Voltaje crítico de flameo,	$V_c$ =	683.5 kV

**10.- RADIO DE CORONA**

Gradiente límite de corona,	$E_0$ =	1500 kV/m
Solución por Newton Rap.	error=	1.1539E-017
Radio de corona	$R$ =	0.078 m

**11.- IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA DEL CONDUCTOR**

Número de subconductores,	$N$ =	1
Diámetro del haz de conduc.,	$D_b$ =	0.01455 m
Diámetro del conductor	$D_c$ =	0.01455 m
Radio equivalente	$r_e$ =	0.007 m
	$r_c$ =	0.078 m
Impedancia característica,	$Z_c$ =	413.9 $\Omega$

**12.- CORRIENTE CRÍTICA DE FLAMEO**

Corriente crítica de flameo,	$I_{min}$ =	3.30 kA
Coficiente,	$K$ =	10
Exponente,	$n$ =	0.65
Distancia mínima de choque,	$S_{min}$ =	21.74 m

**13.- APANTALLAMIENTO PERFECTO**

Posic. c.g. para apant. perfecto.,	$X_{go}$ =	-1.71 m
Ángulo efectivo de apant.,	$\alpha_{\varepsilon}$ =	14.27 °

**14.- APANTALLAMIENTO NO PERFECTO**

Ángulo	$\omega$ =	81.27 °
Ángulo	$\theta$ =	5.23 °
Ancho descubierto	$X_s$ =	2.52 m

**15.- PROBABILIDAD DE QUE EL PICO DE CORRIENTE EN EL RAYO**

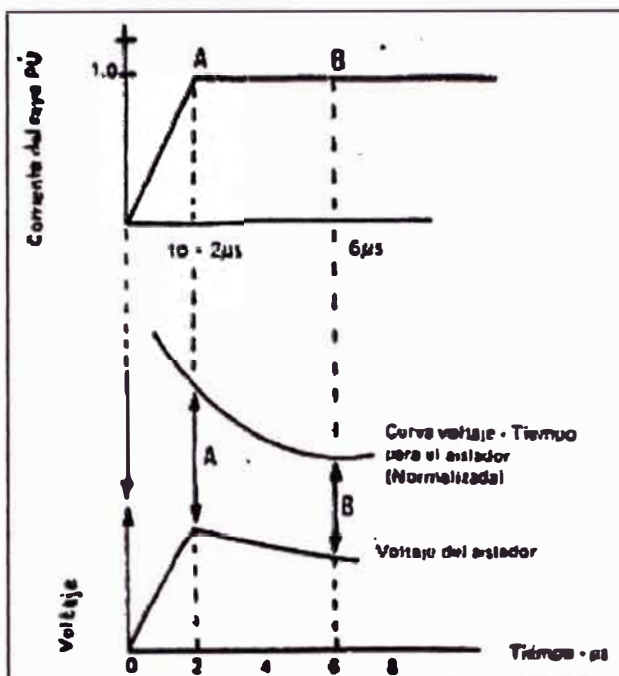
PUEDA EXCEDER EL VALOR DE $I$ (kA) MÁXIMA, MINIMA		
PI máxima	PI máx=	1.00
PI mínima	PI mín=	1.00

**16.- CANT. DE FALLAS DEL APANTALLAM. x 100 km x AÑO**

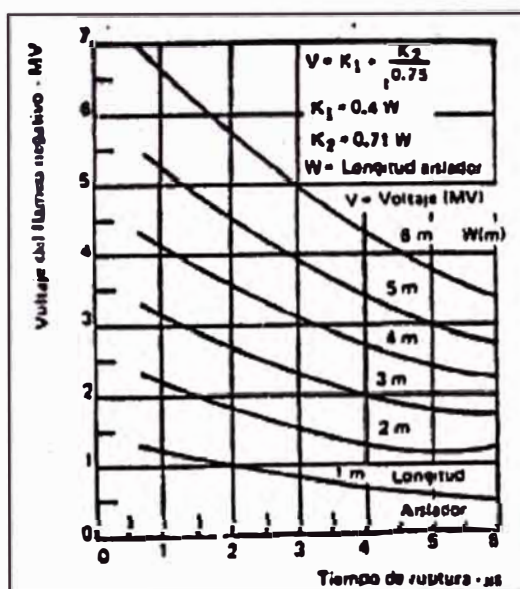
Cant. fallas apant.x100kmx año	Nsf=	0.00116
--------------------------------	------	---------

Para el desarrollo de los cálculos se tuvieron en cuenta los Cuadros N°4.8, N°4.9 y N° 4.10:

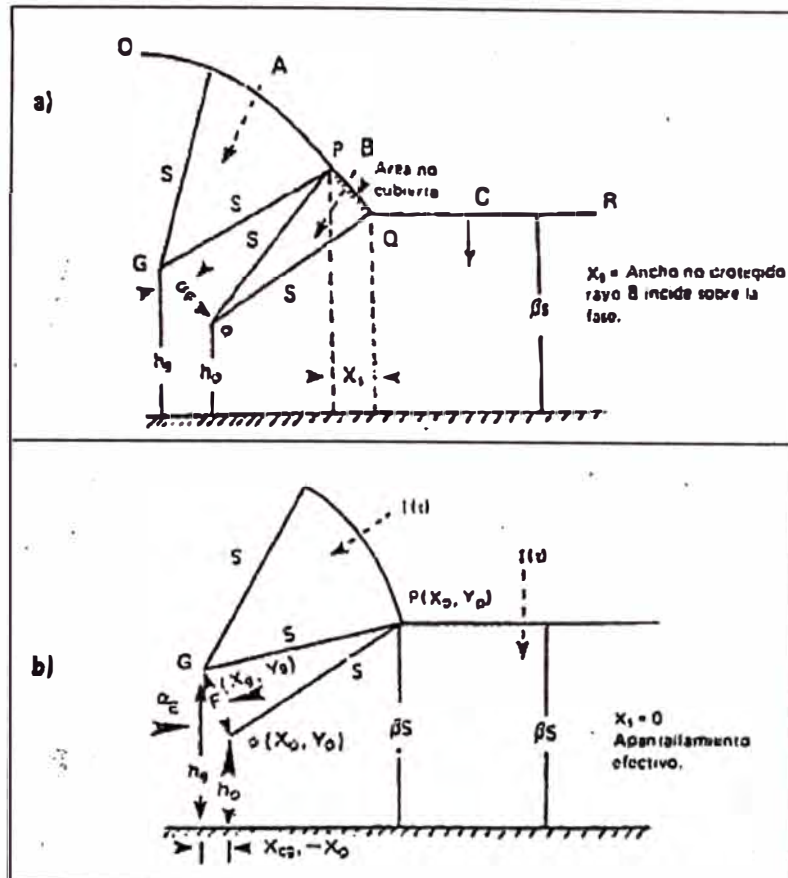
Cuadro N° 4.8: Corriente de rayo presentada como una simple función rampa  
Tensiones a través del aislamiento evaluado en solo 2 puntos



Cuadro N° 4.9: Curva CIGRE de "Tensión Vs Tiempo" para flameo del aislamiento de la Línea



Cuadro N° 4.10: Modelo electrogeométrico para el análisis de falla por apantallamiento



- Para el cálculo de la Corriente Máxima para fallas por apantallamiento  $I_{max}$ , los valores de los parámetros COEF Y EXP más usados son los siguientes:

COEF	EXP
10,0	0,65
6,70	0,80
7,10	0,75
9,40	0,67

- Para el cálculo del Voltaje Crítico de Flameo,  $V_c$ , tener en cuenta que, según el método de los 2 puntos, la onda normalizada del rayo se toma como una función rampa con un tiempo de cresta igual a  $2 \mu s$  y con la parte superior aplanada como se observa en el cuadro N° 4.8

La curva "Tensión Vs. Tiempo" de los Cuadros N° 4.8 y N° 4.9 corresponde a la curva normalizada según CIGRE para flameos del aislamiento de la línea.

La entrada a esta curva se realiza en sólo 2 puntos. En el Cuadro N° 4.8 muestra la corriente del rayo en por unidad, así como la onda normalizada y los 2 puntos A y B en los que se evalúa la corriente crítica del rayo, requerida para penetrar con la tensión del aislamiento en la curva normalizada.

En este método la corriente crítica se evalúa para el tiempo de cresta de 2 y 6  $\mu\text{s}$ . El menor de los dos valores se utiliza para evaluar la tasa de salidas para una fase dada.

Se considera también que los flameos que ocurren más allá de los 6  $\mu\text{s}$  son poco frecuentes, debido al aplanamiento de la curva "Tensión Vs. Tiempo" del aislamiento.

El CIGRE recomienda el uso de la siguiente expresión para la curva característica V-t:

$$V = (400 + 710/t^{0.75}) \times W \quad (4.8)$$

Donde:

V = voltaje de flameo en kV

t = tiempo de flameo en  $\mu\text{s}$

t = 6  $\mu\text{s}$

W = longitud del aislador

W = 1,422 m

Por lo tanto, el valor del voltaje crítico de flameo, Vc, se puede obtener en función de la longitud del aislador como:

$$V_c = 585 \times W \text{ en kV}$$

$$V_c = 831 \text{ kV}$$

- **Cantidad de fallas del apantallamiento x 100 km x año ( $N_{SF}$ ):**

Como resultados de los cálculos se obtiene:

$$N_{SF} = 0,00116 \text{ fallas de apantallamiento x 100 km x año}$$

Por tanto; con la disposición de la línea se logra un apantallamiento casi perfecto, pues se obtiene un valor de 0,00116 fallas de apantallamiento por 100 km por año, valor que es perfectamente aceptable para una línea de 60 kV.

#### 4.4.7 Fallas por Flameo Inverso

En esta memoria se desarrollan los cálculos con base en el método simplificado de los dos puntos de IEEE - EPRI, para evaluar el comportamiento de una línea de transmisión ante descargas atmosféricas.

##### 4.4.7.1 Desarrollo de los cálculos

Para el desarrollo de los cálculos se siguió paso a paso el procedimiento descrito en el "Schedule 2", para el cálculo de los flameos inversos por el método de los 2 puntos, del Transmission Line Reference Book - 345 kV and Above - Second Edition - EPRI.

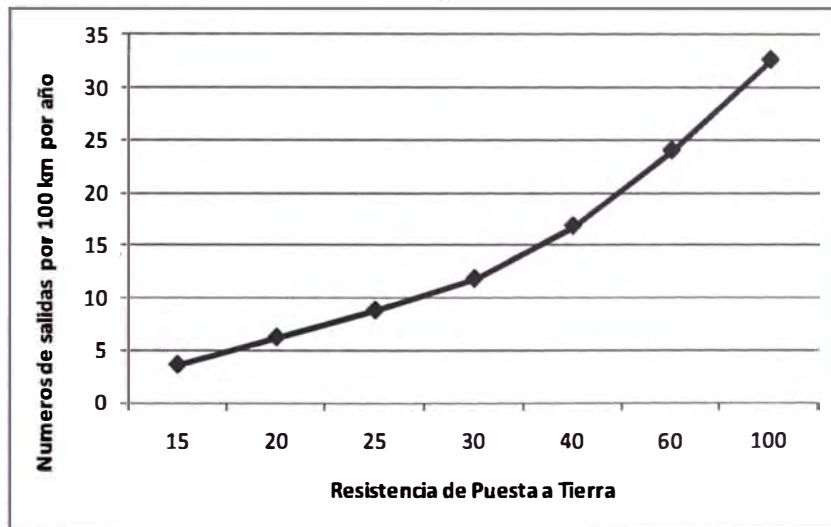
El cálculo ha sido realizado por medio del Programa ID-FLINV, para un valor de resistencia de puesta a tierra de las estructuras de 20  $\Omega$ .

A continuación en el Cuadro N° 4.11 se puede ver la gráfica de cómo varía la cantidad de salidas por fallas de apantallamiento y flameos inversos por 100 km de línea por año, dependiendo del valor de la Resistencia de Puesta a Tierra de cada una de las estructuras de la línea.

#### CALCULO DE FALLAS POR FLAMEO INVERSO

Resistencia de puesta a tierra (ohm)	Número de (salidas/100 km/año)
15	3.7
20	6.3
25	8.9
30	11.9
40	16.9
60	24.1
100	32.7

Cuadro N° 4.11: Cantidad de Salidas por fallas de apantallamiento y flameo inverso



#### Valores obtenidos de Resistencia de Puesta a Tierra:

De acuerdo con el valor de Resistencia de Puesta a Tierra especificado por cada estructura, se obtienen la siguiente cantidad de salidas por fallas de apantallamiento y flameos inversos por 100 km de línea por año:

\* Para 20  $\Omega$  6,3

\* Para 30  $\Omega$  11,9



## **4.5 Cálculos Mecánicos**

### **4.5.1 Cálculo Mecánico del Conductor y Cable de Guarda**

#### **4.5.1.1 Objetivo**

El objetivo es presentar los resultados del cálculo mecánico del conductor de fase y del cable de guarda para las hipótesis de cálculo respectivas.

#### **4.5.1.2 Criterios Generales**

El Cálculo mecánico de los conductores se efectuó teniendo en cuenta las normas de la DGE/MEM, el C.N.E. Suministro y las Normas y recomendaciones Internacionales.

El esfuerzo máximo admisible en ningún caso deberá ser mayor al 60% del esfuerzo de rotura mínimo del conductor. El esfuerzo máximo admisible para el conductor de aluminio será de 11,2 kg/mm<sup>2</sup>.

Las características e hipótesis tomadas en cuenta para los cálculos mecánicos del conductor y del cable de guarda se mencionan en los ítems 4.3.4 y 4.3.5.

#### **4.5.1.3 Tensión de Cada Día (TCD)**

Durante el proceso de diseño del cálculo mecánico de la Línea de Transmisión, el tiro de templado o “tensado” del conductor y cable de guarda fueron la elección más importante.

Para el Conductor:

TEDS = 19,6% de la tensión mínima de rotura

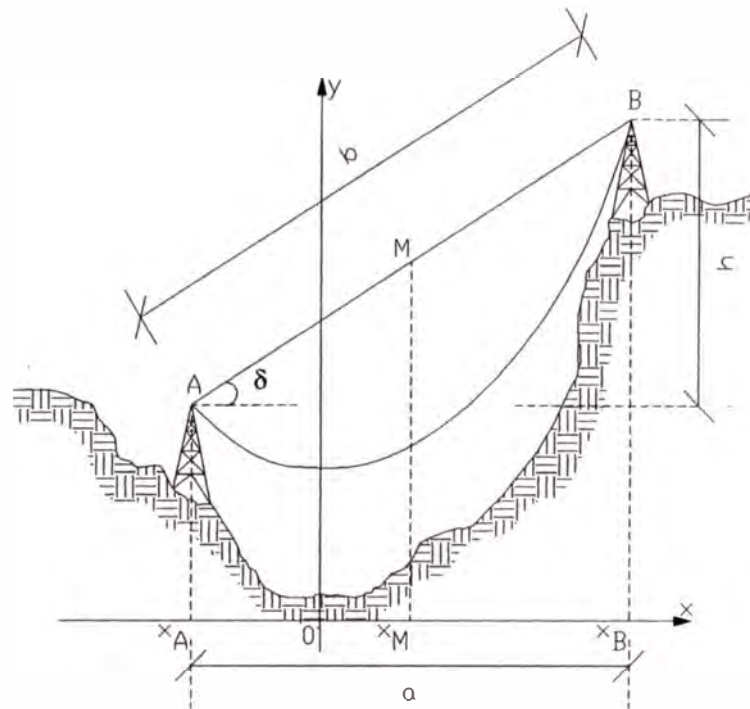
Para el Cable de Guarda:

TEDS = 13,4% de la tensión mínima de rotura

#### **4.5.1.4 Ecuación de Cambio de Estado**

La ecuación de cambio de estado (ECE) se utilizó para calcular los esfuerzos en el conductor en otras condiciones finales; para tal efecto, se requirió tener como dato un tiro inicial (o esfuerzo inicial). Fig. 4.1 se muestra un vano típico

Fig. N° 4.1: Vano desnivelado



$$\sigma_2^2 \left[ \sigma_2 + E\alpha(t_2 - t_1)\cos\delta + \frac{W_{r1}^2 a^2 E \cos^3 \delta}{24S^2 \sigma_1} - \sigma_1 \right] = \frac{W_{r2}^2 a^2 E \cos^3 \delta}{24S^2} \quad (4.9)$$

Con:

$$\cos\delta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + h^2}}$$

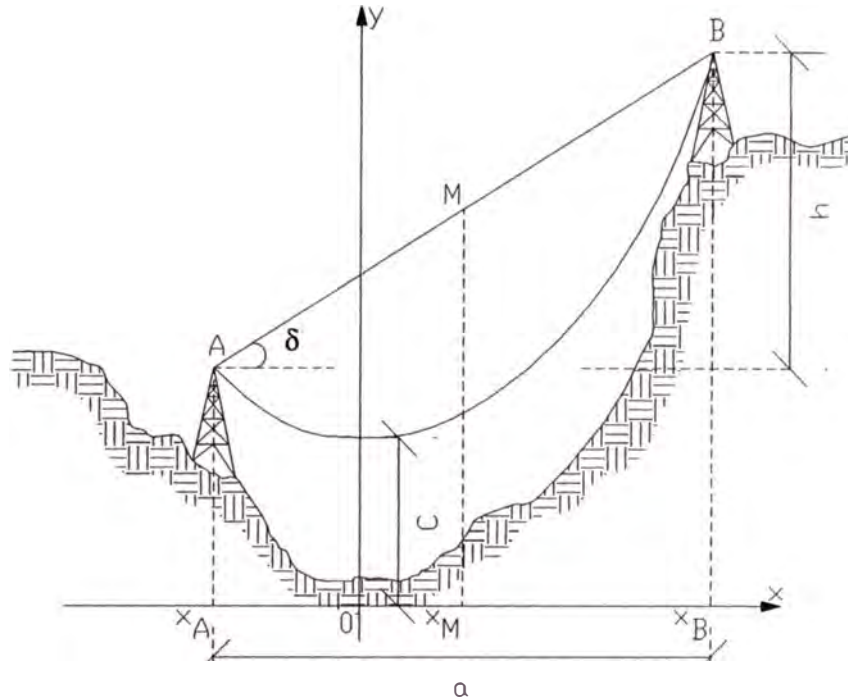
Donde:

- $\sigma_1$  : Esfuerzo admisible en la hipótesis inicial (kg/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_2$  : Esfuerzo admisible en la hipótesis final (kg/mm<sup>2</sup>)
- $W_{r1}$  : Peso resultante en la hipótesis inicial (kg/m)
- $W_{r2}$  : Peso resultante en la hipótesis final (kg/m)
- $t_1$  : Temperatura en la hipótesis inicial (°C)
- $t_2$  : Temperatura en la hipótesis final (°C)
- $\alpha$  : Coeficiente de dilatación lineal (1/°C)
- $E$  : Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>)
- $S$  : Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $a$  : Vano (m)

#### 4.5.1.5 Ecuación de la Catenaria

El conductor libremente suspendido entre dos soportes describe una curva que es fácilmente deducible y denominada Catenaria, la cual se muestra en la Fig. 4.2 siguiente:

Fig. N° 4.2: Vano desnivelado



Donde:

$C$  : Parámetro de la Catenaria (m)

#### 4.5.1.6 Ecuación de la Flecha

La flecha es la máxima distancia vertical entre el segmento que une los extremos del cable y éste. Esta se viene dada por la ecuación siguiente:

$$f = C \left[ \cosh\left(\frac{a}{2C}\right) - 1 \right] * \cosh\left(\frac{X_M}{C}\right) \quad (4.10)$$

#### 4.5.1.7 Cálculo del Vano Equivalente

Sirve de base para efectuar los cálculos mecánicos de conductores, el cual garantiza que la variación de los tiros de vanos de diferente longitud, será de modo tal que siempre se mantendrá un tiro uniforme a lo largo de la línea entre dos estructuras de anclaje; este se determina mediante la ecuación N° 4.11

$$d = \frac{\sum \frac{a}{\cos \delta}}{\sum \frac{a}{\cos^3 \delta}} * \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum \frac{a}{\cos \delta}}} \quad (4.11)$$

Donde:

$$\text{Cos}\delta = \text{Cos}\{\text{arctg}(h/a)\}$$

a : Vano Horizontal

h : Desnivel

#### **4.5.1.8 Distribución de Estructuras**

En base al perfil longitudinal del replanteo y tomando en cuenta las distancias de seguridad, prestaciones de las torres, accidentes geográficos, etc; se ha realizado la distribución de estructuras mediante el programa DLT – CAD, cuyos resultados se han trabajado con el apoyo del Auto Cad 2 004 y el Excel, lo cual se muestra en el Anexo G

#### **4.5.1.9 Planillas de Estructuras**

Tomando como referencia el ítem 4.5.1.8, se ha elaborado la Planilla de Estructuras conforme a Obra, la cual se muestra en el Anexo C

### **4.5.2 Cálculo Mecánico de Estructuras**

#### **4.5.2.1 Criterios Generales**

El Cálculo mecánico de las estructuras se efectuó teniendo en cuenta, las características del conductor, cable de guarda y las hipótesis de cálculo antes descritas.

#### **4.5.2.2 Distancias Horizontal y Vertical Mínimas entre Fases**

A continuación se muestra el resultados de los cálculos de las distancias mínimas horizontales entre fases según CNES y vertical entre fases (aunque el CNES no define esta distancia para líneas de más de 50kV, se tomo lo descrito para líneas de entre 50kV y 242kV de circuitos diferentes regla 235.C, se supone conservadora), incluyendo en esta los casos cuando existe condiciones de hielo, hielo máx 6mm de manguito de hielo en el conductor superior y en el inferior 3mm de manguito de hielo (caso 1), y el caso de hielo 3mm de manguito de hielo en el conductor superior y el inferior totalmente descargado (caso 2). El caso de 6mm de manguito de hielo en el conductor superior y el conductor inferior totalmente descargado puede ocurrir, aunque su probabilidad sea muy baja, pero para que exista la ocurrencia simultánea de dos eventos extremos, como son la formación de manguito de hielo de 6mm cuyo periodo de retomo es de 50 años y el desprendimiento total del manguito de hielo en el conductor inferior, es prácticamente imposible. La condición que se está considerando para el caso de desprendimiento total de hielo en el conductor, es el de 3mm de manguito de hielo en el conductor superior y desprendimiento total de hielo del inferior, condición que tiene mayor probabilidad de ocurrencia.

#### **4.5.2.3 Revisión de Ángulo de Balanceo**

El chequeo de balanceo se realizó para la condición de viento máximo y viento medio, dando como resultado que en algunas torres de suspensión era necesario el uso

de contrapesos o un aumento de altura para acrecentar su vano peso y así disminuir el balanceo; e incluso en algunos casos se cambiaron estructuras tipo S a tipo A pues no se encontró ninguna otra solución viable.

#### 4.5.2.4 Árboles de Carga de las Torres

Basados en el proceso de optimización, los parámetros máximos calculados en la tabla de torres y adicionalmente las recomendaciones de los consultores, se tomaron los parámetros que aparecen en el Cuadro N° 4.12 para el cálculo de los árboles de carga definitivos.

Cuadro N° 4.12: Parámetros definitivos árboles de carga.

Torre	Vano viento	Angulo de línea	Vano Peso Máximo	Vano Peso Mínimo
S	430.00	2.00	800.00	0.00
A	345.00	20.00	2500.00	-200.00
T	445.00	60.00	1750.00	-800.00
TE	460.00	95.00	1800.00	-800.00

Los árboles de carga se calcularon siguiendo, las especificaciones citadas por el informe del "Estudio definitivo de la LT 60kV Cajabamaba-Morena", el código NESC edición 2002, y el CNES para la nueva hipótesis según recomendaciones de la Supervisión, estos se dividen en las hipótesis iniciales para alturas menores a 3 000 msnm y para altura mayores a 3 000msnm. Se adjunta en el Cuadro N° 4.13 se muestra el resumen de prestaciones de torres.

Cuadro N° 4.13: Resumen Prestaciones de Torres

Tipo Estructura	Ángulo de Línea	Vano Viento(m)	Vano Peso Máximo	Vano Peso Mínimo
Torre S	0°/2°	522/430	800	0
Torre A	0°/20°	1259/345	2500	-200
Torre T	0°/60°	3077/445	1750	-800
Torre TE	0°/95°	4341/460	1800	-800

#### 4.5.2.5 Estructura de Suspensión

##### Hipótesis de carga:

- Condición normal: Todos los cables sanos, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.
- Condición anormal: un cable de guarda o un conductor roto con diferentes combinaciones, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.
- Condición de mantenimiento: El doble de la carga vertical sobre todas las fases sin viento.

- Condición de tendido: Para el cálculo de la fuerza longitudinal se calculó que la cadena de suspensión se inclina  $20^\circ$  en sentido longitudinal durante esta operación debido a los desniveles entre apoyos, y para el cálculo de la fuerza de ángulo se utiliza la mayor tensión entre 1,5 veces la tensión con temperatura mínima sin viento y condición inicial, o 2,0 veces la tensión de tendido que es igual al 80% de la EDS, no se considera presencia de viento.
- Condición de simulación de hielo (viento + hielo, ó hielo máx): Todos los cables sanos, viento según clasificación y requerimientos CNES, temperatura según CNES para casos de hielo, manguito de hielo según norma CNES y especificaciones.

#### **4.5.2.6 Estructuras de Retención con Ángulo**

##### **Hipótesis de carga**

- Condición normal: Todos los cables sanos, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.
- Condición anormal: un cable de guarda roto y un conductor roto o dos conductores rotos con sus diferentes combinaciones, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.
- Condición de mantenimiento: El doble de la carga vertical sobre todas las fases sin viento.
- Condición de tendido: el cálculo de la fuerza longitudinal es la diferencia entre la tensión con una sobrecarga teórica suponiendo el peso del cable como el doble del peso real y la tensión EDS y para el cálculo de la fuerza de ángulo según las consideraciones teóricas teniendo en cuenta las dos tensiones anteriores, no hay presencia de viento.
- Condición de simulación de hielo (viento + hielo, ó hielo máx): Todos los cables sanos, viento según clasificación y requerimientos CNES, temperatura según CNES para casos de hielo, manguito de hielo según norma CNES y especificaciones.

El ángulo de deflexión corresponde al ángulo que forma el vano anterior a la torre con el vano siguiente a la misma, el vano viento corresponde al promedio aritmético entre los vanos afluentes a la torre, y el vano peso es la mayor distancia horizontal entre las cotas mínimas de las catenarias de los vanos afluentes a la torre para las condiciones de temperatura mínima y máxima.

##### **Factores de Seguridad**

Según el informe Estudio Definitivo LT 60kV Cajabamba-Morena.

1,5 Para condiciones normales:

1,1 Para condiciones anormales, tendido y mantenimiento:

Para condiciones de simulación de hielo (según CNES):

2,5 Carga transversal de viento (con hielo).

1,65 Cargas de ángulo.

1,5 Cargas verticales.

1,1 Cargas longitudinales estructuras no terminales.

1,65 Cargas longitudinales estructuras terminales.

#### 4.5.2.7 Consideraciones Teóricas

**Condición Normal (Viento máximo de diseño y temperatura coincidente)**

Según el código NESC la carga de viento sobre el cable o estructura es:

$$\text{Carga de Viento (N)} = 0,613 * V^2 * K_z * GRF * I * C_d * A \quad (4.12)$$

Donde:

0,613 : Valor de la mitad de la densidad del aire, kg/m<sup>3</sup>.

$V_{m/s}$  : Velocidad del viento considerado, ráfaga de 3s, en m/s y a 10m sobre la superficie del terreno.

$K_z$  : Coeficiente de exposición de presión de velocidad

**Para cable:**

$$K_z = 2,01 (h/275)^{(2/9,5)} \quad \text{Para } 18 \text{ m} \leq h \leq 275 \text{ m}$$

**Para estructura:**

$$K_z = 2,01 (0,67 * h/275)^{(2/9,5)} \quad \text{Para } 10 \text{ m} < h \leq 275 \text{ m}$$

Según tabla 250-2 NESC

$GRF$  : Factor de respuesta de ráfaga.

**Para cable:**

$$GRF = [1 + (2,7 * E_w * B_w^{0,5})]/k_v^2$$

**Para estructura:**

$$GRF = [1 + (2,7 * E_s * B_s^{0,5})]/k_v^2$$

Donde:

$$E_w = 0,346 * [10/(h)]^{1/7}$$

$$B_w = 1/(1 + 0,8 * L/67)$$

$$E_s = 0,346 * [10/(0,67 * h)]^{1/7}$$

$$B_s = 1/(1 + 0,375 * h/67)$$

$$k_v = 1,43$$

$h$  : Altura del cable o la estructura

$L$  : Vano viento de diseño según tabla 250-3 NESC

$I$  : Factor de Importancia

1,0 para estructuras y cables de utilidad normal.



- Cd :** Factor de Forma.  
 3,2 para estructuras de celosía  
 1,0 para cables  
 1,0 para aisladores
- A :** Área expuesta o proyectada al viento, en m<sup>2</sup>.  
 Estructura: Área proyectada  
 Cable:  $d_c \cdot V_v$   
 Aisladores:  $d_a \cdot L_a \cdot 6$
- Donde:**  
 $d_c$  : Diámetro cable  
 $V_v$  : Vano viento de diseño  
 $d_a$  : Diámetro aisladores  
 $L_a$  : Longitud aisladores

Se aclara que en la fuerza de viento total sobre el conductor se incluye la fuerza de viento sobre los aisladores, para el cable de guarda se omite la fuerza de viento sobre los aisladores.

Según el código CNES la carga de viento sobre el cable o estructura es:

$$P_v (N) = K \times V^2 \times S_f \times A \quad (4.13)$$

donde:

- K :** Constante de presión  
 0,613 para elevaciones hasta 3 000 msnm.  
 0,455 para elevaciones mayores de 3 000 msnm.
- V :** Velocidad del viento considerado,
- Sf :** Factor de forma (según regla 252.B.2)
- A :** Área Proyectada en m<sup>2</sup>

**Cálculo de Cargas Transversales de ángulo:**

$$F_{ta} = (T_{h1} + T_{h2}) \times \text{Sen} (\alpha/2) \quad (4.14)$$

$\alpha$  : Es el ángulo que forman los vanos que llegan a la torre.

$T_{h1}$  : Es la tensión sobre el vano anterior a la torre y  $T_{h2}$  es la tensión sobre el vano posterior a la torre, en la condición normal se utilizan las tensiones calculadas para viento máximo y temperatura coincidente.

**Cálculo de Cargas Longitudinales:**

$$F_{La} = |T_{h2} - T_{h1}| \times \text{Cos} (\alpha/2) \quad (4.15)$$

En condición normal se utilizan la mayor diferencia de tensiones entre las calculadas para temperatura máxima y mínima.

**Cálculo de Cargas Verticales**

$$F_v = V_p \times W_{\text{cond}} + W_{\text{cad}} + W_{\text{mont}} \quad (4.16)$$

$V_p$  : Vano peso.

$W_{\text{cond}}$  : Peso unitario del conductor o del cable de guarda.

$W_{\text{cad}}$  : Peso de las cadenas.

$W_{\text{mont}}$  : Carga debida al montaje y se toma de 1 kN.

Para el cable de guarda no se tiene en cuenta la carga de las cadenas y de mantenimiento, en condiciones de hielo se tiene en cuenta el peso del manguito de hielo que se forma en el cable.

#### **Condición Anormal (Viento máximo de diseño y temperatura coincidente)**

Las fuerzas se calculan utilizando la misma formulación pero teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

La flecha  $S$  se calcula con el viento máximo de diseño y la temperatura coincidente.

La velocidad del viento es la máxima de diseño.

La fuerza transversal producida por el viento en un conductor o cable de guarda afectado debe multiplicarse por 0,75.

Para el cálculo de la fuerza transversal de ángulo se toma el máximo de ambas tensiones calculadas con el viento máximo de diseño y la temperatura coincidente, cuando el conductor se encuentra afectado, y para el cálculo de las fuerzas longitudinales en la condición de conductor afectado se toma el máximo de ambas tensiones, si es una estructura en suspensión se toma el 75% del resultado para tener en cuenta el efecto del balanceo de las cadenas y si es de retención se toma el 100% del mismo. Esto aplica para la condición de cable de guarda afectado.

Para el cálculo de la fuerza vertical, si el conductor o el cable de guarda se encuentran afectados, para la condición anormal, se toma un 75% de valor en condiciones normales.

#### **Condición de mantenimiento (Sin viento y temperatura coincidente)**

Se duplican las fuerzas verticales calculadas para la condición normal de todas las fases y se aplican sin tener en cuenta la incidencia de las fuerzas longitudinales. Las fuerzas transversales de ángulo se calculan normalmente.

#### **Condición de tendido (Sin viento y temperatura coincidente)**

Para calcular las fuerzas procedentes de la condición de tendido de la línea se siguen dos procedimientos, uno para las estructuras de retención y otro para las estructuras de suspensión.

Estructuras de Suspensión: Para el cálculo de la fuerza longitudinal se obtuvo mediante cálculos, donde la cadena de suspensión se inclina 20° máximo en el

sentido longitudinal, y para el cálculo de la fuerza de ángulo se utiliza la mayor tensión entre 1,5 veces la tensión con temperatura mínima, sin viento y condición inicial, y 2,0 veces la tensión de tendido que es igual al 80% de la EDS, no hay presencia de viento.

Estructuras de Retención: Para el cálculo de la fuerza longitudinal se toma como la diferencia entre la tensión con sobrecarga ( $2w$ ) y la tensión EDS y para el cálculo de la fuerza de ángulo según las consideraciones teóricas, teniendo en cuenta las dos tensiones anteriores, no hay presencia de viento.

#### **Condición de simulación de hielo + viento (según CNES)**

Para el cálculo de todas las fuerzas se supuso que el cable está recubierto por un manguito de hielo según especifica la norma CNES.

Para el cálculo de la fuerza transversal de viento se utilizó la velocidad de viento o presión de viento según el código CNES según la altura o área. 250-1-B, considerando el aumento de diámetro en cables y cadenas por el manguito de hielo.

Para el cálculo de la fuerza longitudinal se obtuvo igual que para la condición normal, y para el cálculo de la fuerza de ángulo se utilizaron las tensiones calculadas para condiciones de hielo + viento.

La fuerza vertical se obtuvo según las consideraciones teóricas, mas la consideración del manguito de hielo en cables y cadenas, utilizando la densidad de hielo especificada.

#### **Condición de hielo máx (Sin viento, según CNES)**

Para el cálculo de todas las fuerzas se supuso que el cable está recubierto por un manguito de hielo según la tabla 250-1-B, no se considera viento actuando, la temperatura de acuerdo a lo que especifica el CNES.

Para el cálculo de la fuerza longitudinal se obtuvo igual que para la condición normal, y para el cálculo de la fuerza de ángulo se utilizaron las tensiones calculadas para condición de hielo máximo.

La fuerza vertical se obtuvo según las consideraciones teóricas, mas la consideración del manguito de hielo en cables y cadenas, utilizando la densidad de hielo especificada.

### **4.5.3 Diseños Estructurales de las Torres**

#### **4.5.3.1 Torre tipo "S"**

En esta sección se presenta la memoria de cálculo para el diseño de la Torre tipo "S" autosoportada de acero que se instalaron en la línea de transmisión 60 kV SE Cajabamba - Morena.

Este diseño cubre las tres clases de torres del tipo S que se indica, S-3, S+0, S+3 y S+6, con sus respectivas combinaciones con las patas -1, +0, +1, +2 y +3.

### **Descripción de la Torres**

La torre tiene una altura máxima de 29,80 metros respetando la altura mínima de amarre para cada clase de torre del tipo S, obtenida del diagrama de cargas previsto por la supervisión, la estructura está compuesta por un castillete, un cuerpo recto, un cuerpo tronco piramidal común, un cuerpo tronco piramidal de extensión, patas y por tres brazos triangulares de 2,0 metros de largo cada uno, desde la conexión con el cuerpo recto. En el Anexo B se muestra la silueta de la torre, así como con la tabla de perfiles y la topología utilizada.

### **Análisis y Diseño**

El modelo y análisis de la torre tipo S fue realizado con el programa TOWER, versión 89, el diseño se realizó según el manual N° 52 de ASCE Guide for design of steel transmission towers y la norma ANSI/ASCE 10-90, Design of latticed steel transmission structures.

### **Materiales**

Se utilizó acero de calidad ASTM-A572 Grado 50 para montantes y brazos, ASTM-A36 para la celosía adicional. Para los tornillos según ASTM-A394 Tipo 0, teniendo en cuenta que las conexiones en los montantes son a doble corte.

Los siguientes son los parámetros de los materiales con que se realizó la fabricación, tanto para el acero como para los pernos:

TYPE MATERIAL	:	1
DESCRIPTION	:	A36
YIELD STRESS	:	250 MPa
ULTIMATE STRESS	:	400 MPa
MOD. OF ELASTICITY	:	200 000 MPa
WTLIM1	:	13,33
WTLIM2	:	24,00

TYPE MATERIAL	:	2
DESCRIPTION	:	A572 Grado 50
YIELD STRESS	:	345 MPa
ULTIMATE STRESS	:	448,6 MPa
MOD. OF ELASTICITY	:	200 000 MPa
WTLIM1	:	11,28
WTLIM2	:	20,31

TYPE	:	1
CONNECTOR	:	A394 15.9 T 0
DIAMETER	:	15,9 mm
SHEAR CAPACITY	:	62,80 kN
HOLE DIAM.	:	17,50 mm
TYPE	:	2
CONNECTOR	:	A394 15.9 T 0
DIAMETER	:	15,9 mm
SHEAR CAPACITY	:	125,6 KN
HOLE DIAM.	:	17,50 mm

#### 4.5.3.2 Torre tipo "A"

Se presenta la memoria de cálculo para el diseño de la Torre de tipo A autosoportada de acero que se instalaron en la línea de transmisión a 60 kV SE Santa Mónica -SE Morena.

Este diseño cubre las tres clases de torres del tipo A que se indican, A-3, A+0, A+3 y A+6, con sus respectivas combinaciones con las patas -1, +0, +1, +2 y +3.

##### Descripción de la Torre

La torre tiene una altura máxima de 30,80 metros respetando la altura mínima de amarre para cada clase de torre del tipo A, la estructura está compuesta por un castillete, un cuerpo recto, un cuerpo tronco piramidal común, un cuerpo tronco piramidal de extensión, patas y por tres brazos triangulares de 2.0 metros de largo cada uno, desde la conexión con el cuerpo recto. En el anexo B se muestra la silueta de la torre, así como con la tabla de perfiles y la topología utilizada.

##### Análisis y Diseño

El modelo y análisis de la torre tipo A fue realizado con el programa TOWER, versión 89, el diseño se realizó según el manual N° 52 de ASCE Guide for design of steel transmission towers y la norma ANSI/ASCE 10-90, Design of latticed steel transmission structures.

##### Materiales

Se utilizó acero de calidad ASTM-A572 Grado 50 para montantes y brazos, ASTM-A36 para la celosía adicional.

Para los tornillos según ASTM-A394 Tipo 0, teniendo en cuenta que las conexiones en los montantes son a doble corte.

Los siguientes son los parámetros de los materiales con que se realizó la fabricación, tanto para el acero como para los pernos:

TYPE MATERIAL	:	1
DESCRIPTION	:	A36
YIELD STRESS	:	250 MPa
ULTIMATE STRESS	:	400 MPa
MOD. OF ELASTICITY	:	200 000 MPa
WTLIM1	:	13,33
WTLIM2	:	24,00

TYPE MATERIAL	:	2
DESCRIPTION	:	A572 Grado 50
YIELD STRESS	:	345 MPa
ULTIMATE STRESS	:	448,6 MPa
MOD. OF ELASTICITY	:	200 000 MPa
WTLIM1	:	11,28
WTLIM2	:	20,31

TYPE	:	1
CONNECTOR	:	A394 15.9 T 0
DIAMETER	:	15,9 mm
SHEAR CAPACITY	:	62,80 kN
HOLE DIAM.	:	17,50 mm

TYPE	:	2
CONNECTOR	:	A394 15.9 T 0
DIAMETER	:	15,9 mm
SHEAR CAPACITY	:	125,6 KN
HOLE DIAM.	:	17,50 mm

#### 4.5.3.3 Torre tipo "T"

Se presenta la memoria de cálculo para el diseño de la Torre de tipo T autoportada en acero que se instalaron en la línea de transmisión a 60 kV Cajabamba - Morena.

Este diseño cubre las tres clases de torres de el tipo T que se indican, T-3, T+0, T+3, con las respectivas combinaciones de patas -1, +0, +1, +2 y +3.

### Descripción de la Torre

La torre tiene una altura máxima de 30,80 metros, considerando la altura mínima de amarre para cada clase de torre del tipo T, la estructura está compuesta por un castillete, un cuerpo recto, un cuerpo tronco piramidal común, el cuerpo tronco piramidal de extensión, patas y tres brazos trapezoidales de los cuales el superior tiene 2,00 metros de largo, y los inferiores 2,75 metros cada uno, desde la conexión con el cuerpo recto. En el anexo B se muestra la silueta de la torre, así como con la tabla de perfiles y la topología utilizada.

### Análisis y Diseño

El modelo y análisis de la torre tipo T fue realizado con el programa TOWER, versión 89, el diseño se realizó según el CNES y el manual N° 52 de ASCE Guide for design of steel transmission towers y la norma ANSI/ASCE 10-90, Design of latticed steel transmission structures.

### MATERIALES

Se utilizó acero de calidad ASTM-A572 Grado 50 para montantes y brazos y ASTM-A36 para la celosía adicional.

Para los tornillos según ASTM-A394 Tipo 0, teniendo en cuenta que las conexiones en los montantes son a doble corte.

Los siguientes son los parámetros de los materiales con que se realizó la fabricación, tanto para el acero como para los pernos:

TYPE MATERIAL	:	1
DESCRIPTION	:	A36
YIELD STRESS	:	250 MPa
ULTIMATE STRESS	:	400 MPa
MOD. OF ELASTICITY	:	200 000 MPa
WTLIM1	:	13,33
WTLIM2	:	24,00

TYPE MATERIAL	:	2
DESCRIPTION	:	A572 Grado 50
YIELD STRESS	:	345 MPa
ULTIMATE STRESS	:	448,6 MPa
MOD. OF ELASTICITY	:	200 000 MPa
WTLIM1	:	11,28
WTLIM2	:	20,31



TYPE	:	1
CONNECTOR	:	A394 15.9 T 0
DIAMETER	:	15,9 mm
SHEAR CAPACITY	:	62,80 kN
HOLE DIAM.	:	17,50 mm
TYPE	:	2
CONNECTOR	:	A394 15.9 T 0
DIAMETER	:	15,9 mm
SHEAR CAPACITY	:	125,6 kN
HOLE DIAM.	:	17,50 mm

#### 4.5.3.4 Torre tipo “TE”

Se presenta la memoria de cálculo para el diseño de la Torre de tipo TE autosoportada de acero que se instalaron en la línea de transmisión a 60 kV Cajabamba – Morena.

Este diseño cubre las tres clases de torres de el tipo TE que se indican, TE-3, TE+0, TE+3, con las respectivas combinaciones de patas -1, +0, +1, +2 y +3.

##### Descripción de la Torre

La torre tiene una altura máxima de 32,20 metros, considerando la altura mínima de amarre para cada clase de torre del tipo TE, la estructura está compuesta por un castillete, un cuerpo recto, un cuerpo tronco piramidal común, el cuerpo tronco piramidal de extensión, patas y tres brazos trapezoidales de los cuales el superior tiene 2,0 metros de largo, y los inferiores 2,50 metros cada uno, desde la conexión con el cuerpo recto. En el Anexo B se muestra la silueta de la torre, así como con la tabla de perfiles y la topología utilizada.

##### Análisis y Diseño

El modelo y análisis de la torre tipo TE fue realizado con el programa TOWER, versión 89, el diseño se realizó según el CNES y el manual N° 52 de ASCE Guide for design of steel transmission towers y la norma ANSI/ASCE 10-90, Design of latticed steel transmission structures.

##### MATERIALES

Se utilizó acero de calidad ASTM-A572 Grado 50 para montantes y brazos y ASTM-A36 para la celosía adicional.

Para los tornillos según ASTM-A394 Tipo 0, teniendo en cuenta que las conexiones en los montantes son a doble corte.

Los siguientes son los parámetros de los materiales con que se realizó la fabricación, tanto para el acero como para los pernos:

TYPE MATERIAL	:	1
DESCRIPTION	:	A36
YIELD STRESS	:	250 MPa
ULTIMATE STRESS	:	400 MPa
MOD. OF ELASTICITY	:	200 000 MPa
WTLIM1	:	13,33
WTLIM2	:	24,00

TYPE MATERIAL	:	2
DESCRIPTION	:	A572 Grado 50
YIELD STRESS	:	345 MPa
ULTIMATE STRESS	:	448,6 MPa
MOD. OF ELASTICITY	:	200 000 MPa
WTLIM1	:	11,28
WTLIM2	:	20,31

TYPE	:	1
CONNECTOR	:	A394 15.9 T 0
DIAMETER	:	15,9 mm
SHEAR CAPACITY	:	62,80 KN
HOLE DIAM.	:	17,50 mm

TYPE	:	2
CONNECTOR	:	A394 15.9 T 0
DIAMETER	:	15,9 mm
SHEAR CAPACITY	:	125,6 kN
HOLE DIAM.	:	17,50 mm

#### 4.5.4 Altura de Amarre del Conductor y Cable de Guarda en las Torres

Las alturas de amarre del conductor en las torres han sido definidas en función al tipo de estructura a ser empleada.

En las torres tipo "S" se ha considerado la longitud de la cadena de aisladores; mientras que en las torres tipo "A", "T" y "TE" no se han considerado.

## 4.6 Sistemas de Puesta a Tierra

### 4.6.1 Introducción

Para el diseño de la puesta a tierra de la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba – Morena, se ha tomado como base las especificaciones y criterios de diseño, dados en la Ingeniería Definitiva del Proyecto.

### 4.6.2 Criterios Adoptados

El diseño del sistema de puesta a tierra de las estructuras se ha efectuado considerando los siguientes factores:

Reducir la resistencia a tierra de la estructura, para proteger a las personas contra Tensiones de Toque o de Paso, que puedan establecerse por corriente de dispersión o durante fallas a tierra de la línea.

Proporcionar un camino fácil y seguro para las corrientes de dispersión que resulten de descargas atmosféricas a través de los aisladores, para evitar daños y salidas de servicio

El valor de resistencia de puesta a tierra de las estructuras en función del valor de la resistividad del terreno, tiene el valor máximo de  $20 \Omega$ .

### 4.6.3 Diseños de los Sistemas de Puesta a Tierra

a. Los materiales a ser utilizados para la puesta a tierra son el siguiente:

- Varillas de puesta a tierra : Copperweld  $5/8" \phi \times 2.4$  m.
- Cable de puesta a tierra : Copperweld N°. 2 AWG 30% de conductividad.

b. Los tipos de puesta a tierras utilizadas son:

**Tipo AN:** Cuatro (04) varillas, utilizados en terrenos con resistividad hasta  $150 \Omega\text{-m}$ .

**Tipo A:** Cuatro (04) varillas y dos (02) contrapesos de diez (10) m cada uno, utilizados en terrenos con resistividad de  $150 \Omega\text{-m}$  hasta  $250 \Omega\text{-m}$ .

**Tipo B1:** Cuatro (04) varillas y dos (02) contrapesos de veinticinco (25) metros cada uno, utilizados en terrenos con resistividad entre  $251 \Omega\text{-m}$  a  $500 \Omega\text{-m}$ .

**Tipo B2:** Cuatro (04) varillas y dos (02) contrapesos de cuarenta y uno (41) metros cada uno, utilizados en terrenos con resistividad entre  $501 \Omega\text{-m}$  a  $750 \Omega\text{-m}$ .

**Tipo B3:** Cuatro (04) varillas y dos (02) contrapesos de cincuenta y cinco (55) metros cada uno, utilizados en terrenos con resistividad entre  $751 \Omega\text{-m}$  a  $1000 \Omega\text{-m}$ .

**Tipo C:** Cuatro (04) varillas y cuatro (04) contrapesos de cuarenta y siete (47) metros, utilizados en terrenos con alta resistividad desde  $1001 \Omega\text{-m}$  hasta  $1500 \Omega\text{-m}$ .

Las configuraciones de los sistemas de puestas a tierra utilizados en la Obra, se muestran en el Anexo B

## **CAPITULO V**

### **PRUEBAS DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 60 kV**

#### **5.1 Equipos Utilizados**

- a) Fuente de alimentación monofásica de 220 V, la potencia máxima se calcula considerando la impedancia directa de la línea, obtenida de los valores teóricos.
- b) Voltímetros digitales para la medición de tensión alterna y continua. Para la medición de los parámetros de la línea 60 kV los rangos fueron de 0-150 V, 0-400 V clase 0,5.
- c) Amperímetros digitales para la medición de corriente alterna y continua, para la medición de los parámetros los rangos fueron de 0-100 A clase 0,5.
- d) Analizador de potencia trifásica digital para la medición simultanea de los siguientes parámetros:
  - Potencia activa por fase
  - Potencia reactiva por fase
  - Corriente por fase (magnitud y argumento)
  - Tensión por fase (magnitud y argumento)
  - Factor de potencia por fase
  - Frecuencia
  - Hora y fecha de medición

Todos estos parámetros son almacenados en memoria del equipo para luego ser procesadas.

- e) Una fuente de alimentación de corriente continua, con una batería de 12 V
- f) Medidor de las condiciones meteorológicas
- g) Grupo electrógeno
- h) Equipos de comunicación

#### **5.2 Metodología de las Pruebas en Blanco**

##### **5.2.1 Medida del Aislamiento Fase – Tierra y entre Fases**

- Medir el aislamiento separadamente de las tres fases con respecto a tierra y verificar que los tres valores deben ser sensiblemente del mismo orden de magnitud.

- Medir el aislamiento entre fases, cuyos valores deben ser superiores a la medida en punto anterior.

### **5.2.2 Medida de la Resistencia Eléctrica de los conductores de fase**

- Consiste en la medida de la resistencia eléctrica de los conductores por fase, se utilizará el método del Voltímetro – Amperímetro con corriente continua.
- Estas pruebas tienen como finalidad comparar los valores medidos con relación a los valores teóricos calculados, siendo la tolerancia del valor de la resistencia eléctrica de los conductores después del montaje, no mayor del 5% con respecto al valor teórico. Igualmente las tres medidas de la resistencia son verificadas entre ellas donde la diferencia entre ellas no sea superior a 5%.
- En uno de los extremos del tramo de la línea 60 kV se conecta entre sí las tres fases y a tierra. En el otro extremo de la línea se conecta a una fuente de corriente continua a dos de las tres fases.

### **5.2.3 Medida de la Impedancia Directa**

- Se alimenta en un extremo de la línea de transmisión por medio de una fuente monofásica de 220 Vca, en este caso se utilizó un grupo electrógeno, en el otro extremo de la línea 60 kV se cortocircuita las tres fases y a las vez puesta a tierra.
- Se efectúa tres mediciones de fase; para cada una de ellas se mide la corriente, tensión y ángulo de desfasaje.
- La medida del desfasaje tiene por objeto determinar las dos componentes de la impedancia: resistiva y reactiva inductiva.

### **5.2.4 Medida de la Impedancia Homopolar**

- Se cortocircuita las tres fases en ambos extremos de la línea transmisión.
- En uno de los extremos se conecta el grupo electrógeno de 220 Vca un polo al punto cortocircuitado de la línea y el otro polo a tierra. En el otro extremo de la línea de transmisión las tres fases cortocircuitadas se conecta tierra. El retomo de la corriente es por tierra.
- La corriente obtenida es sensiblemente la misma que para la medida de la impedancia directa.
- Se obtienen los valores de la corriente alterna, tensión y el ángulo de desfasaje.
- Para determinar la impedancia homopolar, se multiplica por un factor de tres, la impedancia medida por el voltímetro y amperímetro.

### **5.2.5 Medida de la Impedancia Mutua y Propia**

- En un extremo se cortocircuita las tres fases y a la vez puestas a tierra, en el otro extremo de la línea de transmisión se conecta una fuente monofásica a una fase y a tierra, el retorno de la corriente es por tierra.
- Se obtienen los valores de tensión, corriente y ángulo de desfasaje.

En el anexo I se muestran los formatos y resultados de las pruebas realizadas en la Línea de transmisión 60 kV, antes de entrar en servicio.



## CAPITULO VI METRADOS Y PRESUPUESTO FINAL

### 6.1 Metrados y Presupuesto Final

En este capítulo se muestra el costo total del montaje electromecánico conforme a obra de la Línea de Transmisión 60 kV, considerando los menores y mayores metrados, tanto para el suministro y montaje de las partidas contractuales, y los metrados de las partidas no contractuales, en Cuadro N° 6.1 y N° 6.2 se muestra el resumen general del costo de la obra y la incidencia del monto conforme a obra con respecto al monto base contractual.

Cuadro N° 6.1: Resumen General

<b>RESUMEN GENERAL</b>				
<b>LIQUIDACIÓN CONFORME A OBRA</b>				
<b>PROYECTO:</b>		LT 60 KV SE CAJABAMBA - SE MORENA		
<b>DISTRITOS:</b>		VARIOS		
<b>PROVINCIAS:</b>		CAJABAMBA, SANCHEZ CARRION Y PATAZ		
<b>DEPARTAMENTOS:</b>		CAJAMARCA - LA LIBERTAD		<b>FECHA:</b> 2006-04-07
ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO BASE (US\$)	CONFORME A OBRA (US\$)	%
<b>1.0</b>	<b>SUMINISTRO</b>			
<b>1.1</b>	<b>PARTIDAS CONTRACTUALES</b>			
1.1.1	Suministro de equipos y materiales en obra	<b>100 223,67</b>	97 149,12	96,93%
1.1.2	Suministro de estructuras metálicas, conductor de aluminio y cable de guarda	<b>623 605,62</b>	560 920,53	107,13%
<b>1.2</b>	<b>PARTIDAS NO CONTRACTUALES</b>			
1.2.1	Suministro de estructuras metálicas		184 830,54	29,63%
<b>2.0</b>	<b>MONTAJE</b>			
<b>2.1</b>	<b>PARTIDAS CONTRACTUALES</b>			
2.1.1	Ingeniería, obras civiles , montaje electromecanico, pruebas y puesta en servicio	<b>730 871,62</b>	629 858,75	86,18%
<b>2.2</b>	<b>PARTIDAS NO CONTRACTUALES</b>			
2.2.1	Montaje electromecanico y otros		63 947,63	8,75%
<b>SUB TOTAL (US\$)</b>		<b>1 354 700,81</b>	<b>1 536 706,55</b>	113,44%
<b>10,14% Gastos Generales e imprevistos</b>		137 386,72	155 844,80	
<b>6,16% Utilidades</b>		83 457,64	94 670,28	
<b>SUB TOTAL (US\$)</b>		<b>220 844,36</b>	<b>250 515,08</b>	113,44%
<b>IGV 19%</b>		<b>41 960,43</b>	47 597,86	113,44%
<b>TOTAL GENERAL (US\$)</b>		<b>262 804,79</b>	<b>298 112,94</b>	<b>113,44%</b>

Como se aprecia en el cuadro anterior, la mayor variación con respecto al presupuesto base, se dio en el suministro de estructuras metálicas debido al incremento en el precio







## LIQUIDACIÓN CONFORME A OBRA (CONTRACTUAL)

PROYECTO: LT 60 KV SE CAJABAMBA - SE MORENA  
 DISTRITOS: VARIOS  
 PROVINCIAS: CAJABAMBA, SANCHEZ CARRION Y PATAZ  
 DPTOS: CAJAMARCA - LA LIBERTAD

FECHA: 2006-04-07

## PARTE A: SUMINISTRO DE MATERIALES

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRESUPUESTO BASE			CONFORME OBRA			%
			METRADO	COSTO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)	METRADO	COSTO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)	
<b>1.0</b>	<b>TORRES METÁLICAS AUTO SOPORTADAS</b>								
1.1	ESTRUCTURA TIPO S: (Suspensión)								
1.1.1	Torre Tipo S-3	Und.	59,00	1 581,50	93 308,66	28,00	2 377,17	66 560,83	71,33%
1.1.2	Torre Tipo S+0	Und.	14,00	1 848,54	25 879,51	10,00	2 778,55	27 785,53	107,37%
1.1.3	Torre Tipo S+3	Und.	3,00	2 115,77	6 347,32	10,00	3 180,24	31 802,40	501,04%
1.1.4	Pata -1m	Und.	27,00	64,11	1 731,00	14,00	98,37	1 349,12	77,94%
1.1.5	Pata +0m	Und.	55,00	85,48	4 701,64	125,00	128,49	16 061,66	341,62%
1.1.6	Pata +1m	Und.	60,00	114,33	6 859,67	47,00	171,85	8 076,82	117,74%
1.1.7	Pata +2m	Und.	77,00	144,25	11 106,87	9,00	216,82	1 951,35	17,57%
1.1.8	Pata +3m	Und.	85,00	170,96	14 531,56	4,00	256,97	1 027,78	7,07%
1.1.9	Pantallas Metálicas	Und.	304,00	101,51	30 858,28	207,00	152,58	31 583,42	102,35%
<b>1.2</b>	<b>ESTRUCTURA TIPO A: (Angulo)</b>								
1.2.1	Torre Tipo A-3	Und.	28,00	1 976,80	55 350,26	16,00	2 971,34	47 541,45	85,89%
1.2.2	Torre Tipo A+0	Und.	4,00	2 404,25	9 617,02	6,00	3 613,86	21 683,15	225,47%
1.2.3	Torre Tipo A+3	Und.	2,00	2 885,08	5 770,15	9,00	4 336,59	39 029,29	676,40%
1.2.4	Pata -1m	Und.	21,00	71,59	1 503,40	7,00	107,61	753,26	50,10%
1.2.5	Pata +0m	Und.	32,00	106,85	3 419,15	87,00	160,61	13 972,64	408,66%
1.2.6	Pata +1m	Und.	27,00	144,25	3 894,62	31,00	216,82	6 721,30	172,58%
1.2.7	Pata +2m	Und.	32,00	179,51	5 744,40	8,00	269,83	2 158,62	37,58%
1.2.8	Pata +3m	Und.	24,00	213,70	5 128,73	0,00	321,21	0,00	0,00%
1.2.9	Pantallas Metálicas	Und.	136,00	149,60	20 344,97	136,00	224,86	30 580,72	150,31%
<b>1.3</b>	<b>ESTRUCTURA TIPO T: (Andaje/Terminal)</b>								
1.3.1	Torre Tipo T-3	Und.	18,00	2 609,28	46 967,00	6,00	3 922,03	23 532,19	50,10%
1.3.2	Torre Tipo T+3	Und.	1,00	3 792,11	3 792,11	3,00	6 699,96	17 099,87	460,93%
1.3.3	Pata -1m	Und.	13,00	74,79	972,31	2,00	112,42	224,84	23,12%
1.3.4	Pata +0m	Und.	16,00	112,20	1 795,18	23,00	168,65	3 878,89	216,07%
1.3.5	Pata +1m	Und.	19,00	149,59	2 842,14	15,00	224,84	3 372,67	118,67%
1.3.6	Pata +2m	Und.	13,00	186,98	2 430,77	3,00	281,06	843,17	34,69%
1.3.7	Pata +3m	Und.	15,00	224,39	3 365,83	1,00	337,28	337,28	10,02%
1.3.8	Pantallas Metálicas	Und.	76,00	160,28	12 181,08	44,00	240,91	10 600,24	87,02%
<b>2.0</b>	<b>CONDUCTORES Y ACCESORIOS</b>								
2.1	Conductor de Aleación de Aluminio (AAAC) 120 mm <sup>2</sup>	km	155,18	804,96	124 913,72	155,23	804,96	124 955,58	100,03%
2.2	Manguitos de empalme para Cond. AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und.	41,00	7,77	318,42	16,00	7,77	124,26	39,02%
2.3	Manguitos de reparación para Cond. AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und.	41,00	5,54	227,33	2,00	5,54	11,09	4,88%
2.4	Amortiguadores para Conductor AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und.	890,00	8,87	7 898,10	933,00	8,87	8 279,69	104,83%
<b>3.0</b>	<b>CABLE DE GUARDA Y ACCESORIOS</b>								
3.1	Cable de Guarda A*. G* EHS - 38 mm <sup>2</sup>	km	51,73	352,76	18 248,19	51,74	380,23	27 436,47	150,35%
3.2	Manguitos de empalme para cable guarda EHS-38 mm <sup>2</sup>	Und.	15,00	4,99	74,84	6,00	4,99	29,94	40,00%
3.3	Manguitos de reparación para cable guarda EHS-38 mm <sup>2</sup>	Und.	15,00	4,22	63,31	0,00	4,22	0,00	0,00%
3.4	Amortiguadores para cable de guarda EHS-38 mm <sup>2</sup>	Und.	297,00	7,77	2 306,58	216,00	7,77	1 677,51	72,73%
<b>4.0</b>	<b>CONDUCTORES Y ACCESORIOS</b>								
4.1	Aislador de Suspensión standard 52-3 tipo Casquillo - Bola	Und.	3 458,00	9,43	32 617,38	3 200,00	13,00	41 600,00	127,54%
<b>5.0</b>	<b>ENSAMBLE DE CADENAS DE AISLADORES</b>								
5.1	Ensamble de Suspensión compuesto por: - Un grillete - Un adaptador anillo - bola - Un adaptador casquillo - ojo - Una grapa de suspensión - Una varilla de armar	Jgo.	297,00	14,75	4 382,22	206,00	14,75	3 039,52	69,36%
5.2	Ensamble de Anclaje Normal compuesto por: - Un grillete - Un adaptador anillo - bola - Un adaptador casquillo - ojo - Una grapa de anclaje	Jgo.	305,00	13,64	4 161,47	260,00	13,64	3 547,49	85,25%
5.3	Ensamble de Anclaje Invertida compuesto por: - Un grillete(2) - Un adaptador anillo - bola - Un adaptador casquillo - ojo - Una grapa de anclaje	Jgo.	11,00	15,20	167,19	75,00	15,20	1 139,95	681,82%
<b>6.0</b>	<b>ENSAMBLE DE SUJECCIÓN DEL CABLE DE GUARDA</b>								
6.1	Ensamble de Suspensión compuesto por: - Dos grilletes erectos - Una grapa de suspensión - Un conector de vías paralelas para c.g. - Un conector de cables a estructuras	Jgo.	297,00	15,64	4 646,15	61,00	15,64	954,26	20,54%
6.2	Ensamble de Anclaje Normal compuesto por: - Dos grilletes erectos - Dos grapas de anclaje - Dos conectores de vías paralelas para c.g. - Un conector de cables a estructuras	Jgo.	316,00	20,86	6 590,19	57,00	20,86	1 188,74	18,04%
<b>7.0</b>	<b>ACCESORIOS DE CADENA DE AISLADORES</b>								
7.1	Grillete para Contrapeso	Und.	96,00	3,70	355,45	78,00	3,70	288,80	81,25%
7.2	Soporte en "U"	Und.	96,00	3,70	355,45	78,00	3,70	288,80	81,25%
7.3	Pesas de 25 kg	Und.	248,00	15,74	3 902,57	231,00	15,74	3 635,05	93,15%



## LIQUIDACIÓN CONFORME A OBRA (CONTRACTUAL)

PROYECTO: LT 60 KV SE CAJABAMBA - SE MORENA  
 DISTRITOS: VARIOS  
 PROVINCIAS: CAJABAMBA, SANCHEZ CARRION Y PATAZ  
 DPTOS: CAJAMARCA - LA LIBERTAD

FECHA: 2006-04-07

## PARTE A: SUMINISTRO DE MATERIALES

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRESUPUESTO BASE			CONFORME OBRA			%
			METRADO	COSTO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)	METRADO	COSTO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)	
<b>8.0</b>	<b>ESFERAS DE SEÑALIZACIÓN AÉREA</b>								
8.1	Esferas de señalización aérea en el cable de guarda	Und.	74,00	98,73	7 306,06	78,00	98,73	7 700,98	105,41%
<b>9.0</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>								
9.1	Conductor de Copperweld N°. 2 AWG	km	10,52	1 021,92	10 760,65	5,13	1 021,92	5 242,47	48,76%
9.2	Jabalina Copperweld 5/8"x8' longitud	Und.	190,00	5,55	1 056,25	452,00	5,55	2 510,38	237,89%
9.3	Conector conductor-varilla	Und.	190,00	0,66	106,52	452,00	0,66	251,04	237,89%
9.4	Conectores de doble vía	Und.	322,00	1,72	554,39	968,00	1,72	1 666,63	300,62%
9.5	Conector conductor-torre	Und.	322,00	3,52	1 132,63	452,00	3,52	1 589,91	140,37%
<b>10.0</b>	<b>EQUIPOS DE OPERACIÓN</b>								
10.1	Detector de voltaje del tipo audible o de efecto luminoso con accesorios y pértiga de acople para Línea de 60 kV	Jgo.	1,00	266,63	266,63	1,00	266,63	266,63	100,00%
10.2	Equipo de compresión compuesto por: - Compresor Hidráulico - Bomba Hidráulica - Manguera de alta presión - Matriz de empalme y juego de dados para conductor de aluminio AAAC - 120 mm <sup>2</sup>	Jgo.	1,00	8 619,90	8 619,90	1,00	9 750,00	9 750,00	113,11%
10.3	Matriz de empalme y juego de dados para cable de guarda EHS - 38 mm <sup>2</sup>	Und.	1,00	266,59	266,59	1,00	266,59	266,59	100,00%
10.4	Mordazas para jalar conductor AAAC - 120 mm <sup>2</sup>	Jgo.	1,00	243,45	243,45	1,00	243,45	243,45	100,00%
10.5	Mordazas para jalar cable de guarda EHA - 38 mm <sup>2</sup>	Jgo.	1,00	222,16	222,16	1,00	222,16	222,16	100,00%
10.6	Dispositivos para reemplazar aisladores standard	Jgo.	1,00	1 633,78	1 633,78	1,00	1 633,78	1 633,78	100,00%
<b>TOTAL PARTE A (US\$)</b>					<b>623 829,20</b>			<b>658 069,65</b>	<b>105,49%</b>

**LIQUIDACIÓN CONFORME A OBRA (NO CONTRACTUAL)**

**PROYECTO:** LT 60 kV SE CAJABAMBA - SE MORENA  
**DISTRITOS:** VARIOS  
**PROVINCIAS:** CAJABAMBA, SANCHEZ CARRION Y PATAZ  
**DPTOS:** CAJAMARCA - LA LIBERTAD

**FECHA:** 2006-04-07

**PARTE A: SUMINISTRO DE MATERIALES**

<b>PARTIDA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METRADO</b>	<b>COSTO UNITARIO (US\$)</b>	<b>TOTAL (US\$)</b>
<b>1,0</b>	<b>TORRES METÁLICAS AUTO SOPORTADAS</b>				
1,1	ESTRUCTURA TIPO S: (Suspensión)				
1.1.1	Torre Tipo S+6	Und.	3,00	3 155,89	9 467,68
1,2	ESTRUCTURA TIPO A: (Angulo)				
1.2.1	Torre Tipo A+6	Und.	3,00	4 412,91	13 238,72
1,3	ESTRUCTURA TIPO T: (Anclaje/Terminal)				
1.3.2	Torre Tipo T+0	Und.	2,00	4 911,26	9 822,52
1,5	ESTRUCTURA TIPO TE: (Anclaje/Terminal)				
1.5.1	Torre Tipo TE-3	Und.	14,00	4 204,15	58 858,17
1.5.2	Torre Tipo TE+0	Und.	4,00	5 181,15	20 724,60
1.5.3	Torre Tipo TE+3	Und.	3,00	5 865,48	17 596,43
1.5.4	Pata -1m	Und.	14,00	72,82	1 019,41
1.5.5	Pata +0m	Und.	39,00	125,03	4 876,32
1.5.6	Pata +1m	Und.	26,00	170,92	4 443,89
1.5.7	Pata +2m	Und.	5,00	229,07	1 145,34
1.5.9	Parrillas Metálicas	Und.	84,00	519,49	43 637,44
<b>TOTAL PARTE A (US\$)</b>					<b>184 830,54</b>



## LIQUIDACIÓN CONFORME A OBRA (CONTRACTUAL)

PROYECTO: LT 60 KV SE CAJABAMBA - SE MORENA  
 DISTRITOS: VARIOS  
 PROVINCIAS: CAJABAMBA, SANCHEZ CARRION Y PATAZ  
 DPTOS: CAJAMARCA - LA LIBERTAD

FECHA: 2006-04-07

PARTE B: OBRAS CIVILES, MONTAJE ELECTROMECHANICO, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRESUPUESTO BASE			CONFORME A OBRA			
			METRADO	COSTO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)	METRADO	COSTO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)	%
<b>1.0</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>								
1.1	Campamentos y almacenes								
	- Instalación	Gib	1,00	3 030,26	3 030,26	1,00	3 030,26	3 030,26	100,00%
	- Operación	Gib	1,00	8 484,71	8 484,71	1,00	8 484,71	8 484,71	100,00%
<b>2.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>								
2.1	Replanteo topográfico de la ruta de la línea	km	49,24	303,05	14 922,06	51,59	303,05	15 634,22	104,77%
2.2	Estudio Geotécnico	Gib	1,00	5 151,42	5 151,42	1,00	5 151,42	5 151,42	100,00%
2.3	Transporte de equipos y herramientas	Gib	1,00	12 409,35	12 409,35	1,00	12 409,35	12 409,35	100,00%
2.4	Despeje de árboles y despeje de franja de servidumbre	km	3,00	1 090,90	3 272,69	3,85	1 090,90	4 199,95	128,33%
2.5	Gestión de servidumbre	Gib	1,00	15 000,00	15 000,00	1,00	32 021,00	32 021,00	213,47%
2.6	Supervisión Arqueológica	Gib	1,00	10 424,07	10 424,07	1,00	10 424,07	10 424,07	100,00%
<b>3.0</b>	<b>CAMINOS DE ACCESO</b>								
3.1	Caminos de accesos carrozable a mejorar	km	7,50	8 000,00	60 000,00	5,00	8 000,00	40 000,00	66,67%
3.2	Caminos de accesos carrozable a construir	km	3,50	20 000,00	70 000,00		20 000,00	0,00	0,00%
3.3	Caminos de herradura a construir	km	6,50	1 027,86	6 681,08	4,16	1 027,86	4 265,61	63,85%
3.4	Caminos de herradura a mejorar	km	5,00	647,27	3 236,33	3,23	647,27	2 090,67	64,60%
<b>4.0</b>	<b>EXCAVACIONES Y RELLENOS</b>								
4.1	Excavación en suelo normal (Hmáx=2.50 m)	m <sup>3</sup>	1 280,60	14,54	18 622,57	1 601,98	14,54	23 296,10	125,10%
4.2	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	145,20	26,46	3 696,16	313,07	26,46	7 969,37	215,61%
4.3	Relleno con material propio compactado	m <sup>3</sup>	1 185,35	14,54	17 382,86	1 827,28	14,54	26 572,42	152,87%
4.4	Relleno con material de préstamo	m <sup>3</sup>	213,50	18,18	3 881,41	521,20	18,18	9 475,36	244,12%
<b>5.0</b>	<b>CONCRETO</b>								
5.1	Concreto F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> para fundaciones	m <sup>3</sup>	30,00	339,39	10 181,76		339,39	0,00	0,00%
5.2	Concreto pobre para solado e=0.05 m	m <sup>3</sup>	8,00	193,93	1 551,47	0,63	193,93	122,18	7,88%
<b>6.0</b>	<b>MONTAJE DE ESTRUCTURAS</b>								
	ESTRUCTURA TIPO S: (Suspensión)								
6.1.1	Torre Tipo S-3	U	58,00	570,08	33 064,88	26,00	570,08	14 822,19	44,83%
6.1.2	Torre Tipo S+0	U	13,00	666,34	8 662,46	10,00	666,34	6 663,43	76,92%
6.1.3	Torre Tipo S+3	U	3,00	762,68	2 288,03	11,00	762,68	8 389,44	366,67%
6.1.9	Parrillas Metálicas	U	296,00	96,72	28 629,67	207,00	96,72	20 021,42	69,93%
	ESTRUCTURA TIPO A: (Angulo)								
6.2.1	Torre Tipo A-3	U	27,00	696,26	18 799,03	16,00	696,26	11 140,17	59,26%
6.2.2	Torre Tipo A+0	U	3,00	846,82	2 540,46	6,00	846,82	5 080,91	200,00%
6.2.3	Torre Tipo A+3	U	2,00	1 016,17	2 032,33	8,00	1 016,17	8 129,34	400,00%
6.2.9	Parrillas Metálicas	U	128,00	142,54	18 245,36	132,00	142,54	18 815,52	103,13%
	ESTRUCTURA TIPO T: (Anclaje/Terminal)								
6.3.1	Torre Tipo T-3	U	17,00	875,95	14 891,13	6,00	875,95	5 255,69	35,29%
6.3.3	Torre Tipo T+3	U	1,00	1 273,04	1 273,04	3,00	1 273,04	3 819,11	300,00%
6.3.9	Parrillas Metálicas	U	72,00	152,72	10 996,13	44,00	152,72	6 719,86	61,11%
<b>7.0</b>	<b>MONTAJE DE CADENAS DE AISLADORES</b>								
7.1	Cadena de aisladores tipo Suspensión < 3500 msnm	Jgo.	243,00	14,54	3 533,72	158,00	14,54	2 297,65	65,02%
7.2	Cadena de aisladores tipo Suspensión > 3500 msnm	Jgo.	45,00	21,82	981,80	42,00	21,82	916,34	93,33%
7.3	Cadena de aisladores tipo Anclaje < 3500 msnm	Jgo.	276,00	18,91	5 219,48	246,00	18,91	4 652,15	89,13%
7.4	Cadena de aisladores tipo Anclaje > 3500 msnm	Jgo.	30,00	28,36	850,86	84,00	28,36	2 382,42	280,00%
<b>8.0</b>	<b>MONTAJE DE CONDUCTOR</b>								
	(Tendido y puesta en flecha)								
8.1	Conductor de aleación de aluminio de 120 mm <sup>2</sup>	km	152,14	1 327,25	201 928,21	155,23	1 327,25	206 029,42	102,03%
8.2	Cable de Guarda A°. G° EHS - 38 mm <sup>2</sup>	km	50,71	772,11	39 153,63	51,74	772,11	39 948,90	102,03%
<b>9.0</b>	<b>ENSAMBLE DE CABLE DE GUARDA</b>								
9.1	Ensamble de suspensión	Jgo.	288,00	10,91	3 143,09	59,00	10,91	643,90	20,49%
9.2	Ensamble de anclaje	Jgo.	306,00	18,18	5 563,05	110,00	18,18	1 999,79	35,95%
<b>10.0</b>	<b>ENSAMBLE DE ACCESORIOS</b>								
10.1	Ensamble de Contrapesos (Inc. Grilletes, "U" y Pesas)	Jgo.	93,00	52,36	4 869,89	78,00	52,36	4 084,42	83,87%
10.2	Instalación de Amortiguadores en Conductor y C. G.	Unkd.	1 152,00	4,17	4 798,60	1 116,00	4,17	4 648,65	96,88%
<b>11.0</b>	<b>INSTALACIÓN DE ESFERAS DE SEÑALIZACIÓN</b>								
11.1	Instalación de esferas de señalización	Unkd.	71,00	11,11	788,66	78,00	11,11	866,41	109,86%
<b>12.0</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>								
12.1	Armado de Puesta a Tierra tipo A	Jgo.	55,00	52,36	2 880,04	23,00	52,36	1 204,38	41,82%
12.2	Armado de Puesta a Tierra tipo B1	Jgo.	15,00	180,29	2 704,35	29,00	180,29	5 228,41	193,33%
12.3	Armado de Puesta a Tierra tipo B2	Jgo.	12,00	233,10	2 797,19	11,00	233,10	2 564,09	91,67%
12.4	Armado de Puesta a Tierra tipo B3	Jgo.	10,00	299,94	2 999,40	6,00	299,94	1 799,64	60,00%
12.5	Armado de Puesta a Tierra tipo C	Jgo.	32,00	121,21	3 878,87	10,00	121,21	1 212,15	31,25%
12.6	Medición de resistividad y Resistencia a tierra	U	124,00	10,77	1 334,91	119,00	10,77	1 281,08	95,97%
<b>13.0</b>	<b>PRUEBA Y PUESTA EN SERVICIO</b>								
13.1	Pruebas y Puesta en Servicio	Gib	1,00	3 393,88	3 393,88	1,00	3 393,88	3 393,88	100,00%
<b>14.0</b>	<b>INGENIERÍA DE DETALLE</b>								
14.1	Ingeniería de Detalle	Gib	1,00	30 701,31	30 701,31	1,00	30 701,31	30 701,31	100,00%
<b>TOTAL PARTE B (US\$)</b>					<b>730 871,62</b>			<b>629 858,75</b>	<b>86,18%</b>

## LIQUIDACIÓN CONFORME A OBRA (NO CONTRACTUAL)

**PROYECTO:** L T 60 KV SE CAJABAMBA - SE MORENA  
**DISTRITOS:** VARIOS  
**PROVINCIAS:** CAJABAMBA, SANCHEZ CARRION Y PATAZ  
**DPTOS:** CAJAMARCA - LA LIBERTAD

**FECHA:** 2006-04-07

**PARTE B: OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO**

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO FINAL OBRA			CONFORME A OBRA	
			CONFORME A OBRA	DEBIDO A CAMBIOS	TOTAL	COSTO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1.1	Ubicación de Estructuras (Al año del replanteo)	km	49,28		49,28	108,03	5 323,72
1.2	Variante T-003 a T-005 (Servidumbre)	Glb	1,00		1,00	79,70	79,70
1.3	Variante T-026 a T-027 (Arqueología)	Glb	1,00		1,00	119,92	119,92
1.4	Protección de LP 10 kV. (Hidrandina) (T-011 a T-013)	Glb	1,00		1,00	566,56	566,56
<b>2.0</b>	<b>EXCAVACIONES Y RELLENOS</b>						
2.1	Excavación en roca fracturada	m <sup>3</sup>	588,86	8,92	597,78	19,12	11 427,39
<b>3.0</b>	<b>CONCRETO</b>						
3.1	Concreto F'c=140 kg/cm <sup>2</sup> para fundaciones	m <sup>3</sup>	1,88		1,88	133,40	250,79
<b>4.0</b>	<b>MONTAJE DE ESTRUCTURAS</b>						
4.1	ESTRUCTURA TIPO S: (Suspensión)						
4.1.1	Torre Tipo S+6	U	3,00		3,00	733,01	2 199,03
4.1.2	Pata +0m	U	3,00		3,00	16,88	50,64
4.1.3	Pata +1m	U	4,00		4,00	23,26	93,04
4.1.4	Pata +2m	U	5,00		5,00	32,05	160,25
4.2	ESTRUCTURA TIPO A: (Angulo)						
4.2.1	Torre Tipo A+6	U	3,00		3,00	1 024,97	3 074,91
4.2.2	Pata +0m	U	4,00		4,00	20,04	80,16
4.2.3	Pata +1m	U	8,00		8,00	27,44	219,52
4.3	ESTRUCTURA TIPO T: (Anclaje/Terminal)						
4.3.1	Torre Tipo T+0	U	2,00		2,00	1 140,72	2 281,44
4.3.2	Pata +0m	U	6,00		6,00	26,80	160,80
4.3.3	Pata +1m	U	2,00		2,00	36,77	73,54
4.4	ESTRUCTURA TIPO TE: (Anclaje/Terminal)						
4.4.1	Torre Tipo TE-3	U	14,00		14,00	976,48	13 670,72
4.4.2	Torre Tipo TE+0	U	4,00		4,00	1 203,41	4 813,64
4.4.3	Torre Tipo TE+3	U	3,00		3,00	1 362,35	4 087,05
4.4.4	Pata -1m	U	14,00		14,00	16,91	236,74
4.4.5	Pata +0m	U	39,00		39,00	29,04	1 132,56
4.4.6	Pata +1m	U	26,00		26,00	39,70	1 032,20
4.4.7	Pata +2m	U	5,00		5,00	53,20	266,00
4.4.8	Parrillas Metálicas	U	84,00		84,00	120,66	10 135,44
<b>5.0</b>	<b>DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS</b>						
5.1	ESTRUCTURA TIPO A: (Angulo)						
5.1.1	Torre Tipo A-3	U	1,00		1,00	503,58	503,58
5.1.2	Parrillas Metálicas	U	4,00		4,00	110,40	441,62
<b>6.0</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>						
6.1	Armado de Puesta a Tierra tipo AN	Jgo.	34,00	2	36,00	12,53	450,95
<b>7.0</b>	<b>OTROS</b>						
7.1	Traslado de Conductor de L-6048 existente a Pórtico nuevo S. E. Cajabamba	Glb	1,00		1,00	1 015,72	1 015,72
<b>TOTAL PARTE B (US\$)</b>							<b>63 947,63</b>

## **CAPITULO VII**

### **INFORME GEOTECNICO**

#### **7.1 Introducción**

Se ha realizado la evaluación de las condiciones geotécnicas de rocas y suelos, en las cuales se emplazarán las estructuras metálicas y cimentaciones de las torres de Línea de Transmisión 60 kV.

#### **7.2 Mapa Geológico-Geotécnico**

En el Anexo K se muestra el mapa Geológico-Geotécnico a lo largo de la poligonal de la Línea de Transmisión 60 kV.

#### **7.2 Conclusiones**

En el trazo de la poligonal de influencia de la Línea de Trasmisión 60 kV, el emplazamiento de las estructuras en general se encuentran en zonas estables, bajo las siguientes características:

- a.- El 90% de estructuras están emplazadas en afloramientos de rocas competentes (roca buena) en las cuales se tiene las Areniscas cuarzosas, Calizas, Andesitas y Meta andesitas.
- b.- El 5 % de las estructuras están emplazadas en rocas de moderada competencia (roca regular) en las cuales se tiene las Areniscas arcillosas, Lutitas, Esquistos y rocas conglomeraditas.
- c.- El 5 % restantes se ubican en suelos con las siguientes características:
  - Suelos aluvionales: pedregosos, bloques de rocas y gravas
  - Suelos coluviales: bloques de rocas, gravas
  - Suelos de mesetas: gravas, arcillas, orgánicos (cultivos)
  - Suelos de laderas: gravas, arcillas, limos (cultivos)

## **CAPITULO VIII**

### **IMPACTO AMBIENTAL**

#### **8.1 Introducción**

El estudio de Impacto Ambiental incluye la evaluación de los impactos ambientales que se presentan con posibilidad de ocurrencia durante la operatividad de la Línea de Transmisión 60 kV, habiéndose considerado el análisis de la situación ambiental antes y después de la ejecución de las obras eléctricas. Los resultados encuentran viable las actividades de transmisión de energía eléctrica en toda la zona de emplazamiento de la Línea de Transmisión 60 kV, debiendo ejecutarse con un carácter esencialmente preventivo las medidas de monitoreo y mitigación que se indican en los planes y programas correspondientes. Se incluye además un Plan de Contingencia, un Plan de Cierre y un Programa de Inversiones para los fines señalados.

#### **8.2 Objetivos**

Los objetivos del Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión 60 kV son los siguientes:

- Cumplir con los lineamientos y directivas de las normas peruanas relevantes y las normas aplicables al sector electricidad, en especial lo expuesto en el Reglamento de Protección Ambiental de las Actividades Eléctricas (D.S. N° 029-94-EM), y las pautas orientadoras de la Guía de Estudios de Impacto Ambiental para las Actividades Energéticas.
- Determinar y evaluar los impactos ambientales y sociales relacionados con la instalación y operación de la Línea de Transmisión 60 kV estableciendo un plan de manejo ambiental y social.

#### **8.3 Marco Legal**

- Constitución Política del Perú (Titulo II: Del Régimen y los Recursos Naturales, Del Ambiente y los Recursos Naturales)
- Ley general del Ambiente Ley N° 28611 del 13.10.2005.
- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, Decreto Legislativo N° 757 y sus modificatorias.
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446.
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades, Ley N° 26786.

- Establecen casos en que la aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental y Programa de Adecuación de Manejo Ambiental requerirán la opinión Técnica del INRENA, Decreto Supremo N° 056-97-PCM.
- Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, Ley N° 26821.
- Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, Ley N° 26839.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley 27308.
- Código Penal Título XIII: Delitos Contra la Ecología, Decreto Legislativo N° 635.
- Ley General de Aguas, Decreto Legislativo N° 17752.
- Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314.
- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, Decreto Supremo N° 057-2004-PCM.
- Ley General de Salud, Ley N° 26842.
- Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación, Ley N° 24047, (12/12/84), modificada (artículos 4° y 5°) por Ley 24193.
- Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 23853.
- Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Decreto Supremo N° 027-2003-VIVIENDA Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Decreto Supremo N° 027-2003-VIVIENDA.
- Ley General de Expropiaciones, Ley N° 27117 Ley General de Expropiaciones, Ley N° 27117.
- Reglamento de Clasificación de Tierras, Decreto Supremo N° 0062/75-AG Reglamento de Clasificación de Tierras, Decreto Supremo N° 0062/75-AG.
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire, Decreto Supremo N° 074- 2001- PCM.
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.
- Límites máximos permisibles para emisiones de gases y partículas.
- Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos R.D. No. 008-97-EM/DGAA.
- Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes, Decreto Supremo N° 010 – 2005 – PCM.
- Límites Máximos Permisibles de la Comisión Internacional para la protección contra Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP).
- Ley de concesiones Eléctricas, Decreto Legislativo N° 25844.

- Reglamento de Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Supremo N° 009-93.
- Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas, Decreto Supremo 029-94-EM.
- Franja de Servidumbre de Líneas de Transmisión y su Intangibilidad, DGE-025-P-1/998.
- Norma de Imposición de Servidumbre, Resolución Ministerial 111 – 88 – EM.
- Código Nacional de Electricidad - Suministro, Resolución Ministerial N° 366-2001 EM/VME.
- Código Nacional de Electricidad – Utilización, Resolución Ministerial N° 037-2006- MEM/DM.
- Tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones de OSINERG Resolución N° 028-2003-OS/CD.
- Reglamento de Participación Ciudadana para la Realización de Actividades Energéticas, Resolución Ministerial N° 535-2004-MEM/DM.
- Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector electricidad, Resolución Ministerial N° 263-2001 EM/VMA

#### **8.4 Características Principales**

##### **8.4.1 Franja de Servidumbre**

El ancho de franja de servidumbre para la línea de transmisión 60kV es de 16 m totales, es decir será de 8 m a cada lado del eje de la línea.

##### **8.4.2 Actividades de Construcción**

Las actividades para la construcción de la Línea de Transmisión se dividen en obras civiles y montaje del equipamiento electromecánico.

Las obras civiles comprenderán:

- Despeje y preparación del área.
- Instalación de campamentos, oficinas y patio de maquinarias
- Excavaciones
- Transporte de materiales.
- Suministro y montaje de estructuras, cables y otros elementos.

El montaje de los equipos electromecánicos comprenderá:

- Montaje de las estructuras de suspensión, anclaje y terminal.
- Montaje de cadena de aisladores.
- Montaje de accesorios.
- Tendido de Conductor.
- Desembalaje, almacenamiento, cuidado y mantenimiento de todos los equipos.



- **Período de Pruebas:** Antes de la entrada en servicio de las nuevas instalaciones se ejecutarán pruebas para asegurar el buen funcionamiento de todas las instalaciones antes de su energización.
- **Entrada en operación de las nuevas instalaciones:** Superadas las pruebas, se procederá a la energización y entrada en operación de la línea de transmisión así como el inicio de los trabajos necesarios para mantenerlos en buen estado de funcionamiento.

### **8.5 Metodología de la Línea Base Ambiental**

Para la elaboración del EIA se realizó una revisión bibliográfica y evaluación inicial de los datos recopilados. Posteriormente se efectuó la evaluación en campo que concluyó con el levantamiento de información de los componentes físicos, biológicos, muestreos de aguas (curso hídrico por donde cruza la línea), de aire, entrevista a autoridades y pobladores localizados dentro del área de influencia del estudio. Posteriormente se concluyó en gabinete con la determinación de impactos potenciales, el PAMA (Mitigación de Impactos, Programa de Monitoreo, Plan de Contingencia) y el Plan de Abandono.

### **8.6 Evaluación Arqueológica**

El área de estudio muestra dos grandes focos de influencia cultural: Cajamarca y Huamachuco, entre los cuales existe una antigua y estrecha relación cultural.

La tradición cultural cajamarquina se define en base a la cerámica de caolín identificada en cinco fases: Inicial, Temprano, Medio, Tardío y Final (Siglo III a.c al Siglo XV, con la conquista Inca. La cerámica inicial, se circunscribe al valle de Cajamarca. En la fase temprana evidencia intercambio con regiones cercanas (Jequetepeque, Huamachuco y Recuay), la fase media exhibe una amplia difusión de cerámica (Chachapoyas, Huamachuco, varios sitios Huari y otros Moche) que revela la importancia cultural de Cajamarca. La fase tardía significó una decadencia cultural reflejada en la disminución de la cerámica fina y de sus asentamientos; lo cual ocurre casi al tiempo en que decaía la cultura Huari. En la fase final, la cultura Cajamarca recuperó su dinamismo, elaborándose nuevamente finas vasijas de caolinita, a la vez que aumentan en tamaño los yacimientos.

Mientras, la región de Huamachuco tiene gran importancia regional, con imponentes sitios como Marcahuamachuco y Viracochapampa. El desarrollo cultural de Huamachuco se define con las fases Mamaorco, Colpa y Sausacocho; Purpucala y Huamachuco; Amaru, Chasis, Urpay y Tuzcán, Toro y Sazón. Es importante la identificación de cerámica del estilo Chaquipampa (Ayacucho) con la presencia del denominado Imperio Huari, con lo cual se sustenta la llegada de los Wari a la zona.



El Proyecto de Evaluación arqueológica en la Línea de Transmisión 60 kV Cajabamba-Morena, reporta la presencia de 20 sitios arqueológicos y se presenta un plan de mitigación, el cual es aprobado por el Instituto Nacional de Cultura, quien posteriormente, recomienda ejecutar el Proyecto de Evaluación Arqueológica con excavaciones restringidas para la Intangibilización de los Sitios Arqueológicos en el área de influencia de la Línea de Transmisión 60 kV, bajo la supervisión del Instituto Nacional de Cultura de la Libertad, el mismo que fue aprobado por resolución directoral del INC, y donde decreta emitir el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), y la conformidad requerida del área de emplazamiento de la Línea de Transmisión.

## **8.7 Determinación de Impactos Ambientales**

### **8.7.1 Generalidades**

Una de las principales actividades que se debe realizar en cualquier estudio de impacto ambiental, es la identificación de los impactos potenciales asociados a las diferentes fases del proyecto.

La identificación de los impactos ambientales se logró con el análisis de la interacción resultante entre los componentes del Proyecto y los factores ambientales de su medio circundante. En este proceso, se identificaron las modificaciones del medio natural que pueden ser imputables a la realización del Proyecto.

### **8.7.2 Impactos sobre los Factores Físicos**

#### **a) Componente Aire**

Parámetro: Calidad del Aire.

Este componente ambiental podría verse afectado por las emisiones de material particulado, gases y ruido durante las diversas actividades de la etapa de construcción de la Línea de Transmisión 60 kV. En esta fase se prevé que la calidad del aire se verá afectada en forma temporal y localizada.

La emisión de gases tales como óxidos de nitrógeno (NOX), CO, CO<sub>2</sub>, estará asociada al funcionamiento de las maquinarias principalmente durante la fase de construcción, específicamente excavación, relleno y eliminación de material, extracción y transporte de material, apertura de accesos, entre otros en las actividades de la Línea de Transmisión.

Por otro lado, considerando que el 95 % del trazo de la Línea de Transmisión en la zona donde se desarrollará el proyecto, es terreno eriazo, se estima que el material particulado menor a 10 micras estará compuesto en su mayoría por partículas finas de tierra y gravas de diámetros pequeños, elementos no tóxicos, pero que sin embargo pueden causar problemas respiratorios, pero que pueden ser superados implementando las correspondientes medidas de manejo

ambiental. Asimismo, los trabajadores serán los principales agentes expuestos al PM10.

Parámetro: Ruidos.

En cuanto al ruido o niveles de presión sonora NPS, el funcionamiento de la maquinaria, volquetes, camionetas etc. generarán emisiones sonoras de decibeles mayores de 60 dB, lo cual causará molestias principalmente a los pobladores aledaños por donde transitaran estas unidades móviles, al ser zonas rurales pobladas. En general, la percepción humana del ruido es de naturaleza tal, que un incremento de 3 dB en el nivel de éste es casi imperceptible, un incremento de 5dB sí es perceptible y un incremento de 10 dB es considerado como un incremento del 100 % del nivel de sonido. De esta manera, la magnitud del impacto en el componente aire, es poco significativo

#### b) Componente Suelo

Durante la etapa de construcción el suelo, será uno de los componentes ambientales afectados en esta etapa. Tal como puede observarse en las matrices de evaluación de impactos ambientales, las actividades de excavación, relleno, eliminación de material, apertura de accesos, en el área de la Línea de Transmisión ocasionarán impactos calificados como no significativos.

La baja magnitud de los impactos relacionados a este componente ambiental, es producto de las características propias de la zona, ya que se conforman en zonas eriazas en un 95 % del trazo de la Línea de Transmisión, donde difícilmente se podrían desarrollar algún tipo de actividades.

Cabe señalar que los impactos relacionados al componente suelo, pueden llegar a ser de distintos tipos y están relacionadas al grado de afectación o al grado de contribución al desarrollo de diversos procesos que deterioran la calidad del mismo.

#### c) Componente Agua

Parámetro: Calidad del Agua.

La construcción de la Línea de Transmisión se realizará mayormente en terrenos eriazos debido que el trazo de la LT aprovecha las zonas altas de los cerros, cruzando los ríos Chusgón y Marañón, como los cursos de agua más importantes, sin embargo estos no serán impactados ya que la ubicación de las estructuras y tendido de conductores se realizarán por las partes altas.

### **8.7.3 Impactos sobre los Factores Bióticos**

#### **Componente Flora**

Durante la etapa constructiva, la afectación a algunas especies de flora, presentes en el área de influencia directa del proyecto será mínima, principalmente en los cruces de los ríos Chusgón y Marañon por la presencia de pequeñas áreas de cultivo. Sin embargo el mayor porcentaje del recorrido de la Línea de Transmisión constituye un área eriaza por lo que el desarrollo de la vegetación casi no se ve.

#### **Componente Fauna**

Los efectos de las actividades de la fase de construcción originarán cambios de hábitat de la fauna silvestre por modificación de otros sistemas como el suelo, erradicación o pérdida de zonas de descanso y/o alimentación de aves, etc.

Por otro lado la presencia de personal de obra durante la ejecución de las actividades en la etapa constructiva, así como el ruido emitido durante esta etapa podrían alterar las condiciones normales del hábitat de la fauna de la zona. Se estima que este impacto sea temporal y de poca significancia

### **8.7.4 Impactos sobre el Factor Socioeconómico**

#### **Parámetro: Generación de Empleo**

Durante la fase de construcción, se generará una demanda de empleo de diversa índole: operarios, técnicos, choferes, ingenieros, etc., se espera contratar durante el periodo de construcción a aproximadamente 65 personas para las actividades destinadas a las actividades de construcción de la Línea de Transmisión en promedio mensual.

La población del área de influencia del proyecto se beneficiará temporal y directamente participando durante la etapa de construcción como trabajadores no calificados. Lo cual impactará favorablemente sobre la capacidad adquisitiva de ellos y sus familias por la naturaleza temporal y puntual del empleo se ha considerado como un impacto medianamente significativo.

La construcción de la Línea de Transmisión se llevará a cabo considerando la franja de servidumbre, el cual compromete área pequeñas de predios con cultivos, cuyos propietarios serán indemnizados, por lo tanto el impacto se considera no relevante.

### **8.7.5 Impacto sobre el factor de Interés Humano**

#### **a) Componente Estético**

##### **Parámetro: Paisaje**

En la fase de construcción del Proyecto, va a disminuir la calidad estética del paisaje, debido a los impactos negativos sobre el ambiente generado por la

construcción de las torres y el tendido del conductor. En la fase de operación, sobre el derecho de vía (servidumbre) como zona libre de vegetación las torres y los conductores constituirán elementos discordantes con el paisaje, por lo que disminuirá de manera permanente su calidad estética.

#### b) Componente Cultural

Parámetro: Restos Arqueológicos

El estudio de Reconocimiento Arqueológico realizado a la fecha concluye que se tomará en cuenta el plan de mitigación para mantener los 20 sitios arqueológicos en todo el trazo de la Línea de Transmisión y dentro de su área de influencia directa.

### 8.8 Plan de Manejo Ambiental

#### 8.8.1 Objetivos

Establecer y recomendar medidas de protección, prevención, atenuación, restauración y compensación de los efectos perjudiciales o dañinos que pudieran resultar de las actividades de construcción de la obra sobre los componentes ambientales.

Establecer y recomendar medidas, acciones de prevención y mitigación de efectos de los componentes ambientales sobre la integridad y estabilidad de la obra a ser construida.

#### 8.8.2 Estrategia

El Plan de Manejo Ambiental (PMA), se enmarca dentro de la estrategia nacional de conservación del medio ambiente en armonía con el desarrollo socioeconómico de los poblados influenciados por las obras proyectadas. Éste será aplicado durante y después de la construcción de dichas obras.

##### 8.8.2.1 Subprograma de Manejo del Componente Físicos

#### a) Medidas para el Control de la Calidad del Aire

Parámetro: Calidad del aire

- Generación de polvo y material particulado debido a la circulación de vehículos.
- Generación de polvo y material particulado debido a los movimientos de tierra.
- Contaminación por emanación de gases, producidos por las maquinarias.
- Contaminación sonora, generada por el ruido excesivo que sobrepasa los niveles de presión sonora estipulados en el ECA's de ruido (80 db) por efecto del empleo innecesario de sirenas (claxon) y ruidos originados por las maquinarias.

Medidas Mitigadoras

### Para la emisión de material particulado

Como se ha señalado, durante la fase de construcción se generarán emisiones contaminantes en la propia obra, dentro del área de construcción de la Línea de Transmisión, así como en el transporte de los mismos.

Las medidas destinadas a evitar o disminuir el aumento de la concentración de polvo en el aire durante la fase de construcción, son las siguientes:

- Riego con agua en los frentes de obra durante las actividades propias de construcción, de forma que estas áreas mantengan el grado de humedad necesario para evitar, en lo posible, la producción de polvo. Dichos riegos se realizarán, a través de un camión cisterna, con periodicidad dependiendo de las condiciones meteorológicas. Asimismo, el contratista deberá suministrar al personal el correspondiente equipo de protección personal (respiradores de polvo).
- El transporte de materiales a la obra y de ésta al relleno sanitario (materiales excedentes o sobrantes), deberá realizarse con la precaución de humedecer dichos materiales y cubrirlos con mantas húmedas para evitar la dispersión del material que puede afectar a la población.

### Para la emisión de gases en fuentes móviles

- Las actividades para el control de emisiones atmosféricas buscan asegurar el cumplimiento de las normas, de este modo las fuentes móviles de combustión usadas durante la construcción de las obras, no podrán emitir al ambiente partículas de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno por encima de los límites máximos permisibles que establece la Ley.
- Los vehículos y equipos utilizados deberán ser sometidos a un programa de mantenimiento preventivo obteniendo un "Certificado de Revisión Técnica.
- Los vehículos que no garanticen las emisiones a los límites permisibles deberán ser separados de sus funciones, y revisados, reparados o ajustados antes de entrar nuevamente al servicio del transportista.

### Medidas para la Protección del Suelo

#### Parámetro: Erosión/ Compactación

- Excavaciones y movimientos de tierra para la construcción de la subestación eléctrica.
- Movimiento de tierra para la instalación de oficinas, almacenes, talleres temporales.
- Movimientos de tierra por apertura de caminos de acceso.

#### Medidas Mitigadoras

- Limitar estrictamente el movimiento de tierras y desbroce de la cobertura vegetal al área de servidumbre.
- Los residuos sólidos producto de las excavaciones no podrán ser almacenados ni dispuestos en cualquier lugar. Estos serán acarreados y dispuestos adecuadamente en un relleno debidamente autorizado y Registrado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), con el fin de no causar problemas de deslizamientos y erosión posterior.
- Los residuos originados durante la construcción deberán tener una clasificación acorde con la clasificación de residuos sólidos estipulados en la Ley General de Residuos Sólidos Ley 27314.
- Para evitar problemas erosivos originados por la realización de las obras, como fundación de pórticos, transformadores, etc., es necesaria la realización de un estudio geotécnico de suelos comprometidos en las excavaciones.

#### Parámetro: Calidad del suelo

Contaminación por arrojado de desperdicios líquidos y residuos sólidos o semisólidos.

#### Medidas Mitigadoras

- Los residuos de limpieza y mantenimiento de los talleres y almacenes, deberán ser caracterizados, segregados, almacenados, transportados y dispuestos finalmente según la Ley y Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos Ley 27314
- La disposición de desechos de construcción se hará en los lugares seleccionados para tal fin. Al finalizar la obra, el contratista deberá dismantelar las casetas, almacenes, talleres y demás construcciones temporales, disponer los escombros y restaurar el paisaje.
- Los materiales excedentes de las excavaciones o de la limpieza se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo, protegiéndolos adecuadamente, y se colocarán en las zonas de acopio previamente.
- Los residuos de derrames accidentales de concreto, lubricantes, o combustibles deben ser recolectados de inmediato y su disposición final debe hacerse de acuerdo con las normas ambientales vigentes, es decir en rellenos sanitarios de seguridad debidamente autorizados y registrados por DIGESA, previamente seleccionados.
- Las casetas temporales y frentes de obra deberán estar provistos de recipientes apropiados para la separación y recolección de residuos sólidos.

- Los residuos líquidos aceitosos deberán ser depositados en recipientes herméticos ubicados en los almacenes. Por ningún motivo deberán verterse en el suelo. En caso de que exista suelo o tierra contaminada con aceite, deberá ser recolectado y dispuesto en un relleno de seguridad.

#### b) Medidas para el Control de la Calidad del Agua

Parámetro: Calidad del agua

- Contaminación del agua con aceites y carburantes

Medidas Mitigadoras

Las medidas preventivas más importantes a adoptarse serán las siguientes:

- Realizar un control estricto de las operaciones de mantenimiento de los equipos y recarga de combustible, impidiendo que se realice en cualquier lugar; asimismo, quedará estrictamente prohibido cualquier tipo de vertido líquido o sólido al alcantarillado.
- El mantenimiento de la maquinaria y la recarga de combustible, se realizará solamente en el área seleccionada y asignada para tal fin, el cambio de aceite y la recarga de combustible de las unidades móviles se harán en los servicentros de los distritos más cercanos.
- Por ningún motivo se verterá materiales aceitosos al suelo.

#### 8.8.2.2 Subprograma de Manejo del Componente Biótico

##### a) Medidas para la Protección de la Vegetación

Parámetro: Cobertura Vegetal

- Daño a la vegetación en la etapa de construcción de la Línea de Transmisión.

Durante la Etapa de Construcción

Medidas Mitigadoras

- Evitar el desbroce innecesario de la vegetación fuera de las zonas de las fundaciones de torres, vías de acceso, almacenes y oficinas provisionales.
- Una vez finalizada la obra, se realizará a la brevedad posible la recuperación de las zonas afectadas y vías de acceso.

##### b) Medidas para la Protección de la Fauna Silvestre

Parámetro: Perturbaciones de Poblaciones

- Abandono de hábitats por presencia de elementos extraños.
- Abandono de hábitats por la generación de ruidos.
- Disminución de poblaciones por probables actividades de caza furtiva.

Medidas Mitigadoras

En la fase de Construcción



- Limitar las actividades en la construcción estrictamente al área de servidumbre, evitando de este modo acrecentar los daños a los hábitats de la fauna terrestre.
- Limitar las actividades en la construcción estrictamente al área donde se construirá la Línea de Transmisión, evitando de este modo acrecentar los daños a los hábitats de la fauna terrestre.
- Prohibir terminantemente la tenencia de armas de fuego en el área de trabajo, debido a que el uso inadecuado de estas puede causar el retiro de la avifauna presente en la zona, podrán hacer uso de armas de fuego el personal de seguridad autorizado para ello en casos que la circunstancia lo amerite.
- Evitar la intensificación de ruidos, por lo que los silenciadores de las máquinas empleadas deberán estar en buenas condiciones.
- Cuando se realicen las excavaciones para la realización de las obras se tendrán que colocar cercos para evitar la caída de personas, y de animales silvestres existentes en el área.
- La concentración de las actividades trabajo y tránsito de vehículos, estará limitada al área de construcción y el uso de los accesos señalados previamente.

### **8.8.2.3 Subprograma de Manejo del Componente Socio – Económico**

#### **a) Componente Social**

Parámetro: Seguridad y Salud Pública.

- Posibilidad de ocurrencia de accidentes a los pobladores de las áreas de influencia y transeúntes.
- Posibilidad o incremento de enfermedades infecto contagiosas.

Medidas mitigadoras

- Prohibir estrictamente el acceso de personal no autorizado a las áreas donde se realicen las actividades durante la construcción de la Línea de Transmisión.

Parámetro: Seguridad y Salud Ocupacional.

- Posibilidad de ocurrencia de accidentes de los contratistas.
- Posibilidad de ocurrencia de accidentes laborales.
- Posibilidad de contraer y ser agente de enfermedades.

Medidas mitigadoras

- Todos los trabajadores asignados a la labor de campo deberán someterse a un examen médico pre-ocupacional antes y al final de las obras, el que incluirán análisis de laboratorio.

- Durante la etapa de construcción se colocará en los lugares de trabajo y en lugares visibles afiches alusivos a costumbres higiénicas (lavado de manos, disposición de residuos, etc.).
- Se realizarán charlas de seguridad a los trabajadores y pobladores aledaños involucrados en el proyecto.
- Difundir, reglas de seguridad, de los conductores de vehículos, por ejemplo manejo a la defensiva, respete las normas de tránsito, etc.
- El contratista deberá cumplir con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes emanadas del Ministerio de Trabajo.
- El contratista impondrá a sus empleados, subcontratistas, proveedores y agentes relacionados con la ejecución del contrato, el cumplimiento de todas las condiciones relativas a salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes establecidas en los documentos del contrato y les exigirá su cumplimiento.
- El contratista será responsable de los accidentes que por negligencia suya, de sus empleados, subcontratistas o proveedores pudieran sufrir el personal o terceras personas.
- El contratista deberá informar por escrito a la Supervisión Ambiental los accidentes que ocurran en los frentes de obra, además, llevar un registro de todos los casos de enfermedad profesional y los daños que se presenten sobre propiedades o bienes públicos para preparar reportes mensuales del tema y tratar que no se repita el accidente.
- Todo el personal del contratista deberá estar dotado de elementos para la protección personal y colectiva durante el trabajo, de acuerdo con los riesgos a que estén sometidos (uniforme, casco, guantes, botas, lentes, protección auditiva, etc.). Los elementos deben ser de buena calidad y serán revisados periódicamente para garantizar su buen estado.
- El personal de la obra deberá tener conocimiento sobre los riesgos de cada actividad, la manera de utilizar el material disponible y como auxiliar en forma oportuna y acertada a cualquier accidentado. El contratista debe dotar de camillas, botiquines y demás implementos para atender primeros auxilios.
- El contratista suministrará equipos, máquinas, herramientas e implementos adecuados para cada tipo de trabajo, los cuales serán operados por personal calificado y autorizado, sólo para el fin con el que fueron diseñados.

- El contratista está obligado a utilizar solamente vehículos automotores en perfecto estado, para transportar de forma apropiada y segura personas, materiales y equipos, de acuerdo con las reglamentaciones de las autoridades de transporte y tránsito.
- Debido a que el aseo y el orden en la zona de trabajo brindan mayor seguridad al personal y a la comunidad, el contratista contará con personal específico para las labores de limpieza.

Parámetro: Conflictos Sociales.

- Evitar conflictos con la población local.

Medidas mitigadoras.

- Mantener buena relación con los propietarios por la construcción e instalación de las obras y equipos del proyecto, solicitando previamente permisos antes de realizar cualquier tipo de actividad e intentando no ocasionar daño.
- Se comunicará a la población y/o autoridades locales el tiempo aproximado que tardará la utilización de cada sector en caso de servidumbres de ocupación temporal y aquellos casos en que las servidumbres tendrán el carácter de permanentes.
- Los propietarios de los terrenos y representantes autorizados de las autoridades locales serán notificados oportunamente sobre la necesidad de ocupar y utilizar los predios a lo largo de la Línea de Transmisión a través de la imposición de servidumbres con carácter temporal o permanente, según sea el caso.
- Se determinará los montos de las compensaciones que legalmente deben ser pagadas para proceder a dicha utilización y a formalizar los acuerdos y al pago de las compensaciones que resulten necesarios para ellos.

Parámetro: Estético/Paisajístico

- Por la presencia de materiales y maquinarias en la zona de operaciones que afectarán el entorno paisajístico.
- Por la presencia de estructuras y conductores.

Medida Mitigadora

- El Contratista deberá tener cuidado en retirar los materiales de construcción y equipos de la zona, así como los almacenes, casetas de vigilancia, baños portátiles etc. con la finalidad de dejar el lugar o área de trabajo en las mismas o mejores condiciones en las que fueron encontradas antes de iniciar las obras.
- Los residuos sólidos que se generen tendrán lugares específicos de acopio y almacenamiento, y tendrán una disposición final adecuada en un relleno.

**Parámetro: Generación de expectativas.**

- Una incorrecta estrategia de comunicación e información hacia las comunidades involucradas puede generar percepciones erradas acerca de la naturaleza del proyecto.

**Medidas mitigadoras**

- La generación de expectativas en la población respecto al proyecto, se mitigarán con la realización de los talleres informativos de participación ciudadana previos a la realización del estudio de impacto ambiental.

## **b) Componente Económico**

**Parámetro: Generación de empleo**

- Expectativas por parte de la población de generación de fuentes de empleo temporal.

**Medidas mitigadoras**

- El contratista priorizará la contratación de mano de obra no calificada (oficiales y peones) de las zonas aledañas al proyecto de acuerdo a la demanda, siempre y cuando cumplan con los requisitos exigidos. Para la contratación del personal calificado el contratista es autónomo en elegir a su personal.
- Será responsabilidad exclusiva del Contratista la forma de contratación de personal obrero no calificado para cumplir con los puestos de trabajo ofrecidos a la población en el área de influencia de la Línea de Transmisión.
- En lo posible se tratará de utilizar los servicios de la comunidad en los rubros de alimentación, alojamiento, guardianía, seguridad y otros
- Capacitación en las actividades de construcción, en temas de seguridad y medio ambiente.

**Parámetro: Agricultura y Ganadería**

- Afectación de terrenos productivos.
- Limitación en el uso del suelo.

**Medidas mitigadoras**

**En la Fase de Construcción**

- Orientar a los agricultores afectados en el tema de sustitución de cultivos bajo la franja de servidumbre de la Línea de Transmisión, en los distritos que presenten actividad agrícola.
- Indemnizar a los propietarios de terrenos agrícolas que sean afectados por las actividades de construcción de la Línea de Transmisión, previa valorización de sus cultivos de acuerdo al valor comercial actual del mercado.

#### **8.8.2.4 Subprograma de Protección del Componente de Interés Humano**

Parámetro: Restos Arqueológicos

- Existencia de Patrimonio Arqueológico

Medida Mitigadora

- La existencia de restos arqueológicos superficiales en el área de influencia de la Línea de Transmisión se encuentra en la etapa de evaluación, sin embargo se procederá de acuerdo con la actual legislación ambiental y obtener el correspondiente Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) exigido por el Instituto Nacional de Cultura (INC).

#### **8.8.2.5 Subprograma de Señalización Ambiental**

La señalización ambiental que debe implementarse será de tipo informativo y preventivo en torno a la protección del ambiente, para lo cual se seguirá el siguiente procedimiento:

- Se colocarán letreros de advertencia, exteriores a la obra, para el público en general, referentes a las diversas actividades que se realicen.
- Se debe prever que la señalización, sobre todo la exterior, sea visible de día y de noche, para lo cual se deberán utilizar materiales reflectantes.

#### **8.8.2.6 Subprograma de Educación Ambiental**

Capacitar a los trabajadores del Proyecto y a la población local a fin de lograr una relación armónica entre ellos y su ambiente durante el tiempo que demande la construcción de las obras proyectadas.

Este Subprograma se refiere a la realización de campañas de educación y conservación ambiental, siendo impartido al responsable de la aplicación del PMA, a los trabajadores del Proyecto y a la población local, respecto a las normas elementales de higiene, seguridad y comportamiento de orden ambiental.

#### **8.8.2.7 Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos**

El desarrollo de actividades como aseo personal incrementa el riesgo de la contaminación de aguas, superficiales. Para el manejo de las aguas residuales a generar durante la construcción de las obras, se ha previsto la instalación de Baños Portátiles en suficiente cantidad tal como se detalla en el Estudio de Impacto Ambiental.

#### **8.8.2.8 Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos**

En el presente proyecto se producirán tanto residuos domésticos (orgánicos e inorgánicos), de actividades de construcción, industriales.

Los residuos sólidos orgánicos son causa de malos olores, problemas estéticos, foco y hábitat de varios vectores de enfermedades, debido a la putrefacción de residuos de origen animal o vegetal provenientes del consumo de alimentos. Los residuos sólidos

inorgánicos conformados por plásticos, latas, papel, etc. no producen olores ni se degradan fácilmente y tienen el potencial de ser reciclados. Los residuos de construcción deben tener una disposición final adecuada en un relleno.

Para la disposición final de los residuos se deberá hacer uso de los servicios de una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS – RS). Mediante una adecuada disposición final de los residuos se podrá evitar la contaminación del agua, el aire y el suelo. Además, se promueve el saneamiento básico del área de trabajo.

### **8.8.3 Programa de Manejo de Adecuación y Restauración de Areas de Uso Temporal.**

En este programa se consideran las acciones a llevarse a cabo luego de finalizadas todas las obras de construcción.

Uno de los principales problemas que se presentan al finalizar las obras es el estado de deterioro ambiental y paisajístico en el que queda el entorno de las diferentes instalaciones temporales (almacenes, oficinas, patios de maquinarias, accesos, etc.) y sobre todo por la imposición de la franja de servidumbre.

Por todo lo anterior, es importante que una vez concluida la utilización de las diferentes instalaciones temporales, el Contratista deba proceder a efectuar un acondicionamiento y desmantelamiento final de todas sus instalaciones, siempre y cuando dichas instalaciones no se consideren útiles para algún uso comunitario.

El desmantelamiento de las diferentes instalaciones debe hacerse bajo la siguiente premisa: Las características finales de cada uno de los sitios empleados, deben ser iguales o superiores a las que tenía inicialmente.

### **8.9 Programa de Monitoreo**

El Programa de Monitoreo constituye un documento técnico de control ambiental, en el que se concretan los parámetros, para llevar a cabo, el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales afectados, así como, de los sistemas de control y medida de estos parámetros.

Este programa permitirá garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas, preventivas y correctivas, contenidas en el estudio de impacto ambiental, a fin de lograr la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y el ambiente durante la construcción y funcionamiento de la Línea de Transmisión.

Entre los objetivos se tienen:

- Comprobar y verificar los impactos previstos, y comprobar que las medidas preventivas y/o correctivas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental correspondiente al estudio se han realizado y son eficaces.
- Dar validez de los métodos de predicción aplicados.

- Detectar los impactos no previstos en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), proponer las medidas correctoras adecuadas, y velar por su ejecución y eficacia.

El objetivo básico del Programa de Monitoreo, como se ha indicado, es velar por la mínima afectación al ambiente, durante las etapas de construcción, operación y abandono de las obras proyectadas, siendo necesario para ello realizar un control de aquellas operaciones que según el EIA podrían ocasionar mayores repercusiones ambientales.

En este sentido, las acciones que requerirán un control muy preciso son las siguientes:

#### **8.9.1 Monitoreo de Actividades de Construcción**

- Ubicación de los almacenes provisionales, oficinas y patios de máquinas, los que deberán ubicarse en zonas de mínimo riesgo de contaminación al medio ambiente.
- El movimiento de tierras que afecta el suelo contribuyendo a la erosión, también afecta la calidad paisajística del lugar.
- La generación de partículas y polvo producidos por los equipos y maquinarias, que pueden afectar al personal de obra y al entorno del área de trabajo.
- La generación de residuos sólidos.
- Según la evaluación ambiental, los elementos de mayor riesgo de afectación serán los suelos y aire por ello el monitoreo que se propone estará centrado básicamente en el seguimiento de la calidad de estos recursos.

#### **8.9.2 Monitoreo Durante la Etapa de Operación**

Durante la etapa de operación el monitoreo estará orientado básicamente a evaluar los parámetros ambientales y de seguridad, como son la generación de campos eléctricos. La frecuencia de control en la fase de operación se hará anual en el entorno de la Línea de Transmisión.

##### **Monitoreo de la Línea de Transmisión**

- Monitorear que los conductores cumplan con las especificaciones técnicas de distancias de seguridad establecidas por el Código Nacional de Electricidad o similar.
- Verificar el estado de conservación de los conductores (mantenimiento preventivo).
- Verificar el estado de limpieza de los aisladores.
- Verificar las señales de seguridad alrededor de las torres.

##### **Monitoreo del Derecho de Servidumbre**

- Controlar y vigilar que no se construyan viviendas ni infraestructura debajo o cerca de la Línea de Transmisión.



- Controlar cualquier obra pública o privada cercana al área del proyecto que pueda dañar estructuras o complicar el buen funcionamiento de la obra.
- Controlar el crecimiento de árboles de tallo alto y otras especies en la Franja de Servidumbre.

#### Monitoreo de Radiaciones Electromagnéticas

El monitoreo de los campos eléctricos y magnéticos se realizarán en los siguientes puntos

##### Para la Línea de Transmisión

El monitoreo de campos eléctricos se realizara en los mismos puntos establecidos en la etapa de construcción, para las mediciones de calidad de aire.

##### Frecuencia de Monitoreo

La frecuencia del Monitoreo a establecer para el primer año será semestralmente, es decir (dos veces) dos monitoreos al año.

A partir del segundo año la frecuencia será un monitoreo anual.

#### **8.10 Plan de Contingencia**

El Plan de Contingencias tiene por objeto establecer las acciones que se deben de ejecutar frente a la ocurrencia de eventos de carácter técnico, accidental o humano, con el fin de proteger la vida humana, los recursos naturales y los bienes en la zona del Proyecto, así como evitar retrasos y costos extra durante la ejecución de la obra.

En este Plan se esquematiza las acciones que serán implementadas si ocurrieran contingencias que no puedan ser controladas por simples medidas de mitigación y que puedan interferir con el normal desarrollo del Proyecto. Toda vez que las instalaciones están sujetas a eventos naturales que obedecen a la geodinámica del emplazamiento y de la región (deslizamientos, inundaciones, incendios, etc.).

#### **8.11 Plan de Abandono**

El objetivo de este plan es proteger el ambiente frente a los posibles impactos que pudieran presentarse cuando deje de operar la Línea de Transmisión para los fines que fue construida, ya sea cuando haya cumplido su vida útil o cuando el dueño de la obra decida cerrar las operaciones. Asimismo, restablecer como mínimo a las condiciones iniciales las áreas ocupadas por la Línea de Transmisión.

El Plan de Abandono considera el desmontaje y retiro de las estructuras, torres y conductor de la Línea de Transmisión. El destino que se dará a las obras de ingeniería se destinaría a un fin beneficioso, restaurar el medio ambiente, reordenar las superficies y las áreas alteradas por la actividad.

Por lo tanto, el abandono y el desmantelamiento de las estructuras, torres y conductor de la Línea de Transmisión, deberán realizarse, en lo posible, sin afectar al

medio ambiente, sobre todo una vez finalizada esta fase, dejar el ámbito natural sin alteraciones notables y en lo posible como estaban momentos antes de iniciadas las obras.

### **8.12 Conclusiones**

- El EIA, consideró para el proyecto de la Línea de Transmisión 60kV, las exigencias establecidas en la Guía de Estudios de Impacto Ambiental para las Actividades Eléctricas, el Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas (D.S. 029-94-EM) del Sector Energía del Ministerio de Energía y Minas, y demás lineamientos sectoriales y otras referencias.
- En general los impactos negativos generados en la Línea de Transmisión 60 kV son de baja magnitud y reversibles, no se han identificado impactos negativos de relevancia que pudieran afectar sobre los diversos componentes ambientales en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Los impactos negativos ocurrieron en su mayoría en la etapa de construcción, mientras que en la etapa de operación prácticamente el impacto será mínimo debido a que solamente se realizarán actividades de mantenimiento.
- Se cumplió con las especificaciones técnicas de diseño, construcción, operación y abandono de las obras del proyecto, las cuales están plasmadas en el Estudio de Impacto Ambiental.
- Se cumplió con las medidas señaladas en el Plan de Manejo Ambiental.
- La mano de obra no calificada sea ha cubierto con personal de la población aledaña a donde se ejecutó la obra.
- En la construcción de la obra, se tuvo la presencia de la Supervisión ambiental.
- Se realizó el seguimiento estricto de los Programas y Planes establecidos.

## **CAPITULO IX**

### **PLAN DE PREVENCION DE RIESGO Y SEGURIDAD**

#### **9.1 Definición**

El presente plan ha sido elaborado tomando en cuenta los principios, objetivos y políticas de seguridad, el cual está orientado a implementar un conjunto de actividades preventivas, ordenadas para su aplicación sistemática y permanente con la finalidad de evitar, reducir y controlar los riesgos, que originan accidentes a los trabajadores, así como daños a los bienes e instalaciones de la empresa. La filosofía de “cero accidentes” es nuestra estrategia de Prevención de Riesgos basados en la técnica de mejoramiento continuo.

#### **9.2 Objetivos**

- Compromiso de todos los trabajadores con el concepto de seguridad integrada a la tarea.
- Lograr que el personal practique hábitos seguros en el trabajo.
- Disponer de un cronograma de actividades de Prevención de Riesgos a desarrollarse en la obra.
- Desarrollar todas las actividades consideradas, con la finalidad de eliminar, reducir y controlar las condiciones y acciones subestandar que ponen en peligro la salud e integridad física de los trabajadores.
- Lograr que el personal desarrolle su trabajo bajo niveles aceptables de riesgo y conozca los procedimientos de Trabajo.
- Cumplir con las normas establecidas en el Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector Electricidad.
- Cumplir con el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

#### **9.3 Base Legal**

- Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector Electricidad RM N° 263-2001-EM/VME
- Ley de Concesiones Eléctricas DL 25844
- Código Nacional de Electricidad
- Reglamento Interno de Compañía Minera Poderosa S.A.
- Reglamento Interno de Transporte (RITRA) CMPSA

#### **9.4 Directivas Principales**

- Todos los trabajadores están obligados a usar en forma adecuada los equipos de protección individual que les proporcione. El equipo básico a usar en todo momento en las zona de trabajo está conformado por casco de seguridad, lentes de seguridad, calzado de seguridad, ropa de trabajo amés y línea de vida.
- El trabajador antes de iniciar su jornada de trabajo debe inspeccionar sus equipos de manera rutinaria, en caso de encontrar fallas o anomalías comunicarlo de inmediato a fin de que proceda al cambio del equipo.
- Todo trabajador deberá contar con un Seguro Complementario por Trabajo de Riesgo para efecto de las coberturas por accidente de trabajo y enfermedades profesionales y de las pólizas de accidentes, de acuerdo con la legislación laboral vigente.

#### **9.5 Procedimientos y Registros Específicos**

- Todo accidente ocurrido en las instalaciones durante la Obra, por leve que sea, que afecte a un trabajador de la Empresa, o de la contratista subcontratista o terceros, así como todo incidente, en el que se vea involucrado o sobre el cual tenga noticia un trabajador, deberá ser comunicado por éste a su jefe inmediato a la brevedad posible y a más tardar al término de la jornada laboral en la que ocurrió.
- Cuando ocurran accidentes graves o fatales relacionados con personal de la Empresa, sus contratistas, subcontratistas o terceros que se encuentren en las instalaciones de la Obra o en lugares de trabajo fuera de éstas, se reportará en los plazos establecidos en la legislación vigente a la Autoridad Competente.

#### **9.6 Procedimientos de Trabajo Específicos**

- Todo trabajador nuevo pasará una evaluación médica y recibirá una inducción en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, en la cual se le darán a conocer los riesgos que involucra su trabajo, la forma correcta de utilizar los elementos y equipos de protección y las medidas de prevención que debe adoptar.
- Todo trabajador que deba ejecutar sus labores en actividades que, por su naturaleza, presenten riesgos especiales recibirá de su supervisor inmediato un adiestramiento o instrucción previa.
- Se deberá contar con procedimientos de trabajo cuando ésta conlleve un riesgo alto en su realización para el trabajador, otras personas y/o las instalaciones de la Empresa o de terceros.

- En la elaboración de procedimientos o instructivos de trabajo se deberá considerar los siguientes aspectos: el alcance del trabajo, responsabilidades del personal, instrucciones específicas de trabajo, seguridad y conservación del medio ambiente y otras aplicables
- Los trabajos en líneas de transmisión deberán efectuarse en horas de luz natural y con condiciones meteorológicas favorables. Se suspenderán los trabajos cuando las condiciones ambientales sean adversas.
- Para la ejecución de trabajos en líneas de transmisión el personal debe contar como mínimo con los siguientes implementos, cuyo buen estado de conservación y uso deberá ser verificado por el supervisor antes de comenzar las labores:
  - Empleo de dos personas como mínimo en buen estado físico y anímico, supervisadas permanentemente por otra persona desde tierra ubicada en la zona de trabajo.
  - Brindar instrucción al personal sobre la tarea a realizarse, designando equipos de trabajo con los responsables respectivos y poniendo especial énfasis en el control de los riesgos a que van estar expuestos los trabajadores.
  - Mientras dure la labor en altura el trabajador deberá encontrarse permanentemente asegurado con su prenda de protección contra caídas.
- Cuando se trabaje en la vía pública se requerirá usar señalización de seguridad tales como banderines, avisos, tranqueras, luces intermitentes u otros medios que adviertan a conductores y peatones sobre los trabajos que se están realizando.
- Solo personal capacitado operará máquinas, herramientas y equipos accionados por fuerza motriz (con motor eléctrico, neumático, de explosión, de combustión), los cuales deberán ser inspeccionadas por el usuario antes de usarlos. Cuando su uso origine riesgo por mal estado de conservación, defecto, o falta de guardas de protección, el trabajador no los utilizará e informará inmediatamente a su supervisor, quien es el responsable de eliminar cuanto antes la condición insegura reportada.

En el Anexo L se muestra los procedimientos principales de trabajo para Líneas de Transmisión.

### **9.7 Reporte de Accidentes**

Durante la etapa de construcción de la Línea de Transmisión 60 kV no se registraron accidentes fatales, reportándose sólo un accidente grave del personal del contratista. A continuación en el Cuadro N° 9.1 se adjunta el reporte del accidente enviado a Osinergmin.





## CONCLUSIONES

- 1 La construcción de la Línea de Transmisión 60 kV SE Cajabamba – SE Morena, cumple las especificaciones técnicas de suministro y montaje establecidas en el estudio definitivo y demás lineamientos sectoriales del ámbito nacional.
- 2 En general, los impactos ambientales negativos generados en la etapa de construcción de la Línea de Transmisión 60kV, son de baja magnitud y reversibles, no se han identificado impactos negativos de relevancia que pudieran alterar sobre los diversos componentes ambientales en las áreas de influencia directa e indirecta de la Obra. Los impactos negativos ocurrieron en su mayoría en la etapa de construcción, mientras que en la etapa de operación prácticamente el impacto será mínimo debido a que solamente se realizarán actividades de mantenimiento.
- 3 Compañía Minera Poderosa S.A. siendo titular de la concesión definitiva para desarrollar la actividad de transmisión de energía eléctrica a través de la Línea de Transmisión de 60 kV SE Cajabamba – SE Morena, está obligada a conservar y mantener sus instalaciones en condiciones adecuadas para su operación eficiente, asimismo facilitar las inspecciones técnicas que dispongan los organismos normativos y reguladores.
- 4 A partir del 22 de agosto 2005 con la entrada en servicio la Línea de Transmisión 60 kV; Compañía Minera Poderosa S.A. cuenta con un suministro eléctrico confiable y permanente, reduciéndose en forma considerable los costos de producción, al dejar de generar energía eléctrica por los grupos térmicos.
- 5 A la fecha, después de 3 años de operación de la Línea de Transmisión aproximadamente, el ahorro que representa por tener un suministro eléctrico del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, y dejar de generar esta misma cantidad de energía eléctrica por los grupos térmicos en la unidad minera, llegó a superar la inversión realizada en el proyecto, por lo que se demuestra que la ejecución del proyecto es altamente rentable.



- 6 Con la ejecución de proyecto aparte de ser rentable, se logró mejorar la calidad de suministro eléctrico y la estabilidad del sistema de la unidad minera, mediante la interconexión de la central hidroeléctrica El Tingo y la central térmica Jasa, existente en la unidad minera, al SEIN a través de la Línea de Transmisión 60 kV.
- 7 En el supuesto, que la construcción de la LT 60 kV se inició recién en agosto 2008, y después del análisis de sensibilidad en el costo del proyecto, ante el impacto de la subida de los precios considerando sólo los suministro de las torres y el conductor, la ejecución del proyecto costaría el doble de lo se invirtió en el proyecto.
- 8 El continuo crecimiento de la demanda en la unidad minera y ante la problemática en el abastecimiento de energía en nuestro país, nuevamente el área de proyectos energéticos de Compañía Minera Poderosa S.A. tiene un nuevo reto de buscar nuevas fuentes de generación, aprovechando el potencial hidroenergetico de las zonas cercanas a la unidad minera para satisfacer la demanda futura.

## **ANEXO A**

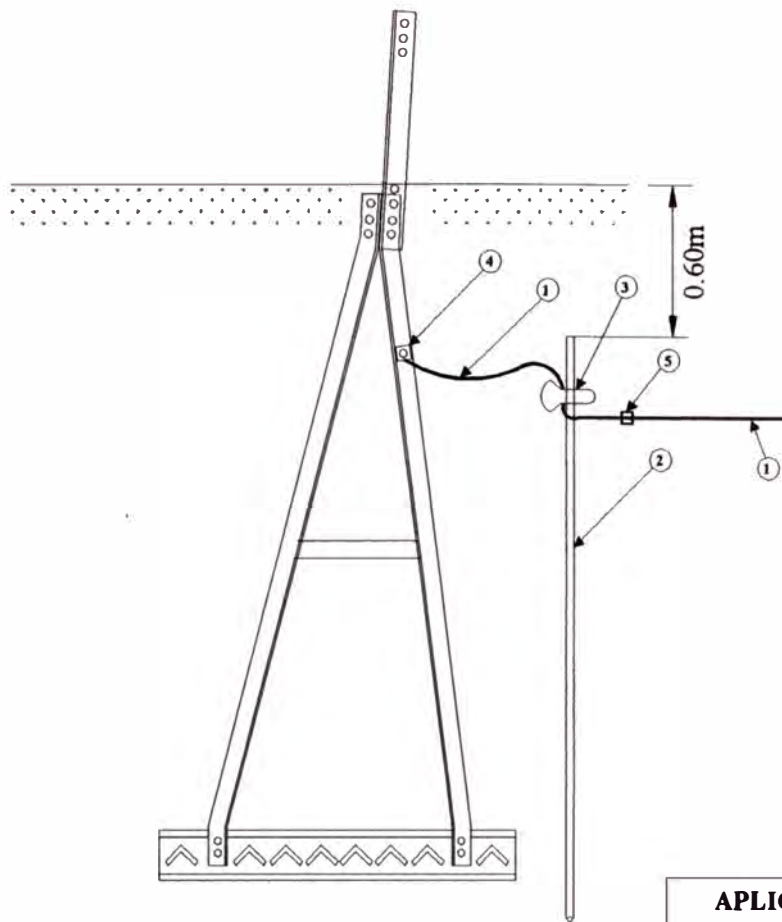
**PLANO:**

**-TRAZO FINAL CONFORME A OBRA.**

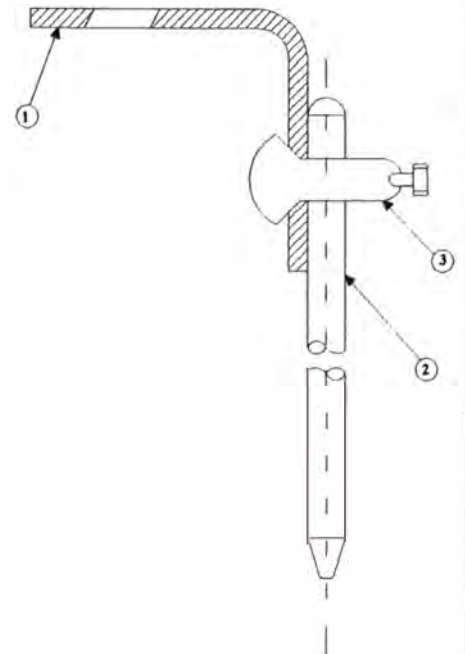
## **ANEXO B**

**PLANO:**

- **SILUETA TORRE S.**
- **SILUETA TORRE S + 6**
- **SILUETA TORRE A**
- **SILUETA TORRE A + 6**
- **SILUETA TORRE T**
- **SILUETA TORRE TE**
- **PARRILLA METALICA TORRE TIPPO S**
- **PARRILLA METALICA TORRE TIPPO A**
- **PARRILLA METALICA TORRE TIPPO T**
- **PARRILLA METALICA TORRE TIPPO TE**



**CONECTORES**



**APLICACIONES DE LA PUESTA A TIERRA**

ZONA	DESCRIPCIÓN	RESIST. MÁX. ( $\Omega$ )
II	Zonas Transitables - Zona de Cultivo - Zonas Paralelas a Carreteras (Distancia menor a 20 m.) - Toda zona donde es posible el tránsito de personas	20

N°	LEYENDA	CANT.
1	Conductor Copperweld 2 AWG	-
2	Varilla Copperweld 5/8" x 8'	1
3	Conector Conductor - Varilla	1
4	Conector a Estructura	1
5	Conector de Doble Via	1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ELECTRICA Y ELECTRONICA

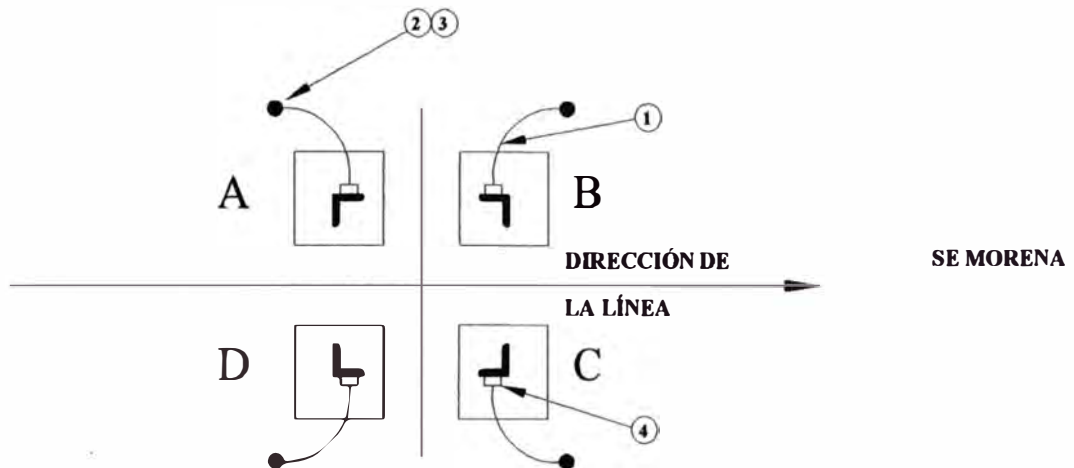
LINEA DE TRANSMISIÓN 60 kV  
 SE CAJABAMBA - SE MORENA

PUESTA A TIERRA  
 DETALLE DE CONEXION

Escala  
 S/E

**TIPO DE PUESTA A TIERRA**

**TIPO AN**



Nº	LEYENDA	CANT.
1	Conductor Copperweld 2 AWG	(*)
2	Varilla Copperweld 5/8" x 8'	1
3	Conector Conductor - Varilla	1
4	Conector a Estructura	1

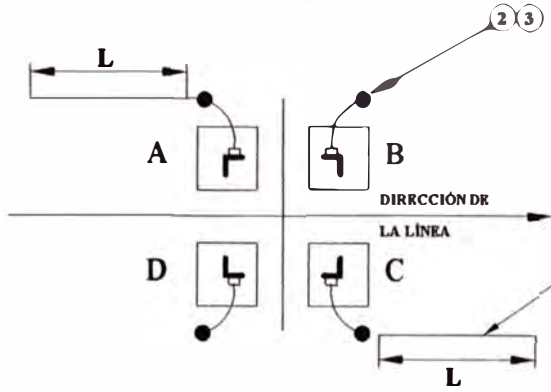
(\*) Parrillas tipo S y A                      2 m  
Parrillas tipo T y TE                      2,5 m

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
	LINEA DE TRANSMISIÓN 60 KV SE CAJABAMBA - SE MORENA
PUESTA A TIERRA TIPO NORMAL	Escala S/E



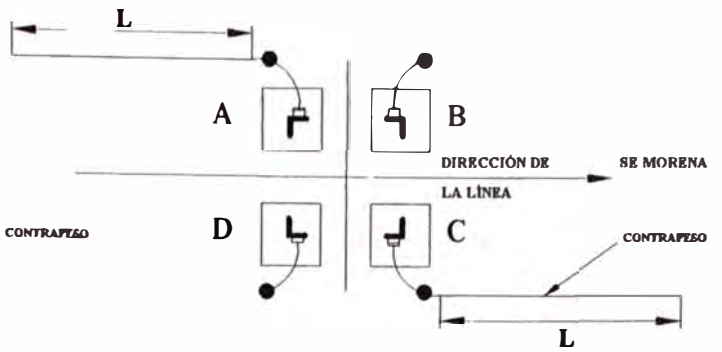
**TIPO DE PUESTA A TIERRA**

**TIPO A**



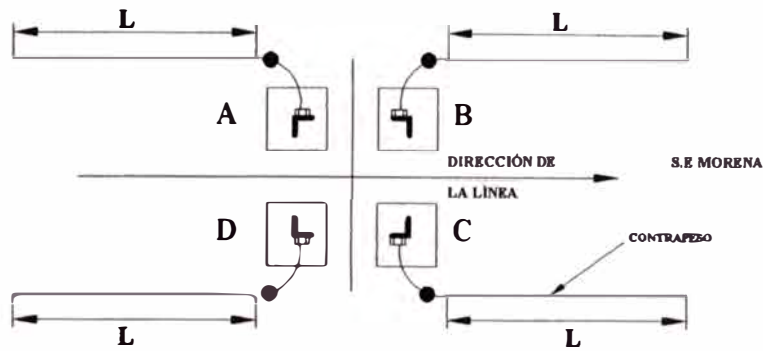
**TIPO DE PUESTA A TIERRA**

**TIPO B:**



**TIPO DE PUESTA A TIERRA**

**TIPO C:**



**B. PARA ZONAS TRANSITABLES < 20 (Ω)**

RESISTIVIDAD (r)	TIPO DE CONFIG.	N°. DE VARILLAS	N°. DE CONTRAPESOS	LONGITUD POR PATA CONDUCTOR (m)		
				CONEXIÓN	CONTRAPESOS	TOTAL
50 - 250	A	4	2	2,0	10,0	22,0
251 - 500	B1	4	2	2,0	25,0	52,0
501 - 750	B2	4	2	2,0	41,0	84,0
751 - 1000	B3	4	2	2,0	55,0	110,0
1001 - 1500	C	4	4	2,0	47,0	190,0

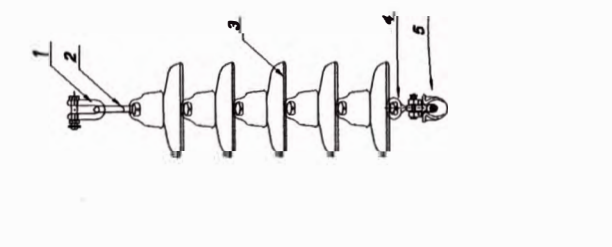
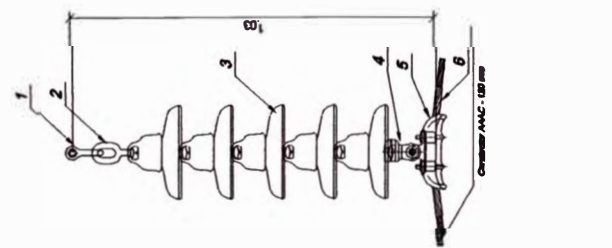
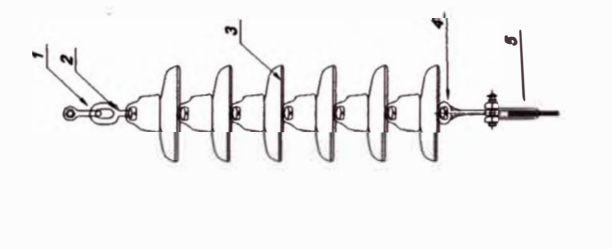
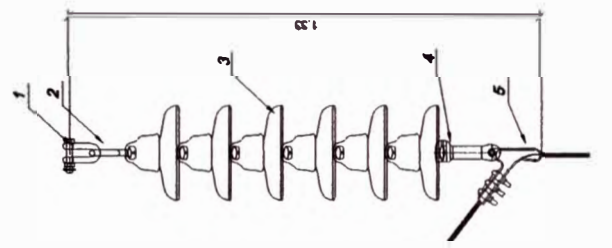
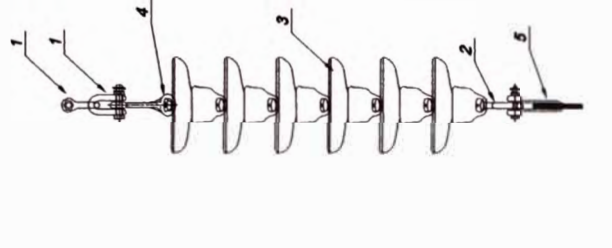
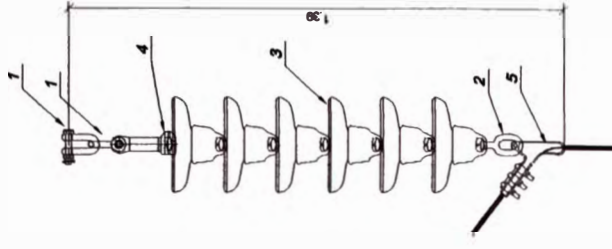


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ELECTRICA Y ELECTRONICA

LINEA DE TRANSMISIÓN 60 kV  
SE CAJABAMBA - SE MORENA

PUESTA A TIERRA  
DETALLE DE CONTRAPESOS

Escala  
S/E



**CADENA DE SUSPENSION**

POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Grillete Recto c/Perno M16	1	C02011-L
2	Anillo Bola de Proteccion.	1	C02021
3	Aislador de Porcelana Tipo Suspension Clase 52-3	5	---
4	Adaptador Casquinillo Dto Corto	1	C02031
5	Grapa de Suspension	1	C03025
6	Varilla de Armar P/Cond. 120 mm?	1	---

**CADENA DE ANCLAJE NORMAL**

POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Grillete Recto c/Perno M16	1	C02011-L
2	Anillo Bola de Proteccion.	1	C02021
3	Aislador de Porcelana Tipo Suspension Clase 52-3	5	---
4	Adaptador Casquinillo Dto Largo	1	C02031
5	Grapa de Anclaje Tipo Parabola	1	C03025

**CADENA DE ANCLAJE INVERTIDO**

POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Grillete Recto c/Perno M16	2	C02011-L
2	Anillo Bola de Proteccion.	1	C02021
3	Aislador de Porcelana Tipo Suspension Clase 52-3	6	---
4	Adaptador Casquinillo Dto Largo	1	C02031
5	Grapa de Anclaje Tipo Parabola	1	C03025

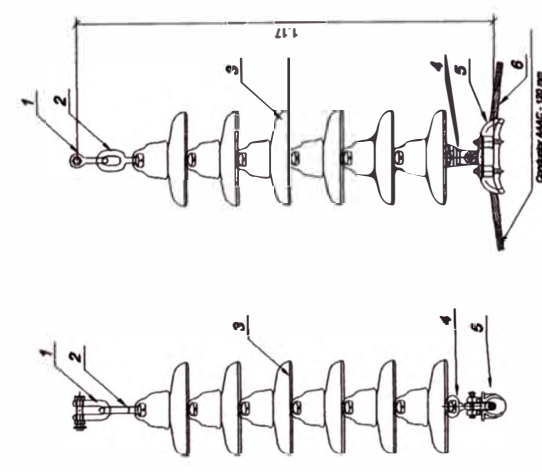
**NOTA : PARA LAS TORRES TIPO 'TE' SE EMPLEARAN GRAPAS DE COMPRESION**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ELECTRICA Y ELECTRONICA  
LINEA DE TRANSMISION 60 KV  
SE CAJABAMBA - SE MORENA

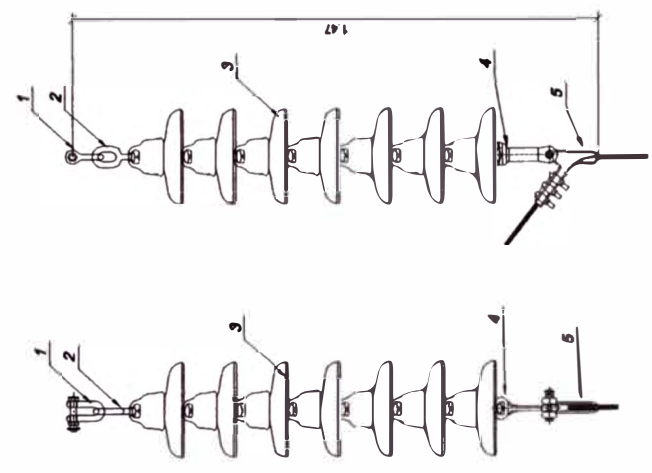
DETALLE EN SAMBLE DE CADENAS  
Para Alturas Menores a 3500 msnm

Escala  
S/E



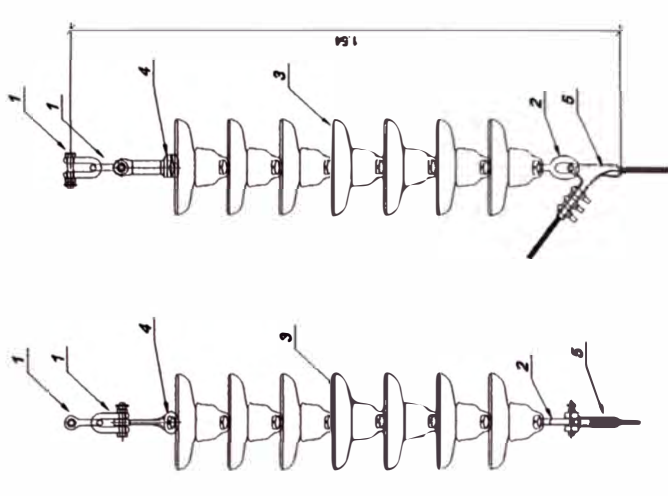
**CADENA DE SUSPENSION**

POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Grillete Recto c/Perno M16	1	C02011-L
2	Anillo Bolo de Protección.	1	C02021
3	Adaptador de Porcelana Tipo Suspensión Clase 52-3	6	---
4	Adaptador Casquillo Ojo Corto	1	C02031
5	Grupo de Suspensión	1	C03023
6	Varilla de Armar P/Cond. 120 mm <sup>2</sup>	1	



**CADENA DE ANCLAJE NORMAL**

POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Grillete Recto c/Perno M16	1	C02011-L
2	Anillo Bolo de Protección.	1	C02021
3	Adaptador de Porcelana Tipo Suspensión Clase 52-3	7	---
4	Adaptador Casquillo Ojo Largo	1	C02031
5	Grupo de Anclaje Tipo Pasiva	1	C03023



**CADENA DE ANCLAJE INVERTIDO**

POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Grillete Recto c/Perno M16	2	C02011-L
2	Anillo Bolo de Protección.	1	C02021
3	Adaptador de Porcelana Tipo Suspensión Clase 52-3	7	---
4	Adaptador Casquillo Ojo Largo	1	C02031
5	Grupo de Anclaje Tipo Pasiva	1	C03023

**NOTA : PARA LAS TORRES TIPO 'TE' SE EMPLEARAN GRAPAS DE COMPRESION**



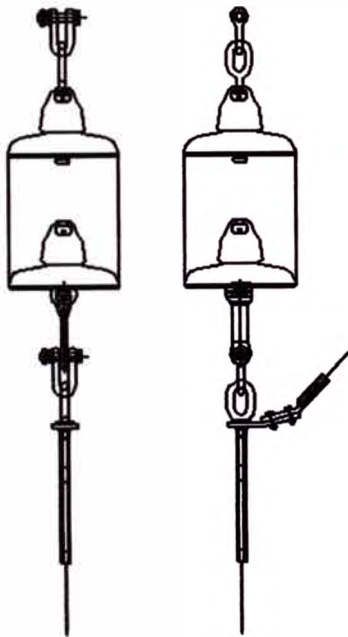
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 LINEA DE TRANSMISION 60 KV  
 SE CAJABAMBA - SE MORENA

DETALLE ENSAMBLE DE CADENAS  
 Para Alturas Mayores a 3500 msnm

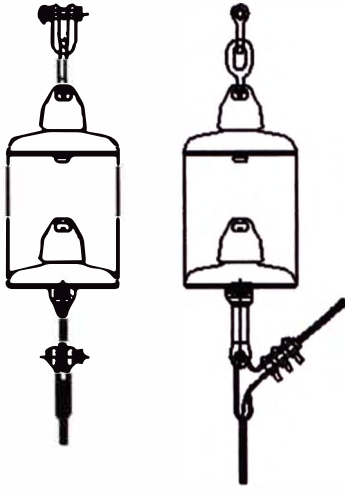
Escala  
 S/E

POSICION DE CADENA ANCLAJE NORMAL

ANCLAJE COMPRESION

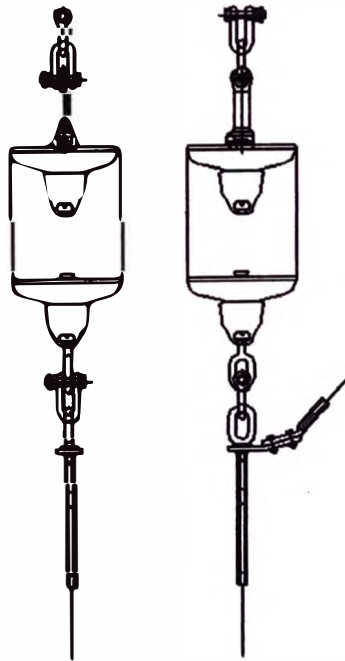


ANCLAJE PASANTE

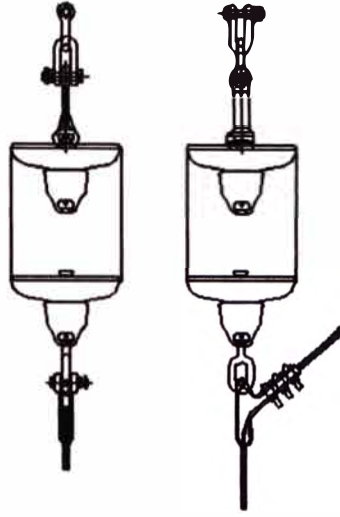


POSICION DE CADENA ANCLAJE INVERTIDA

ANCLAJE COMPRESION



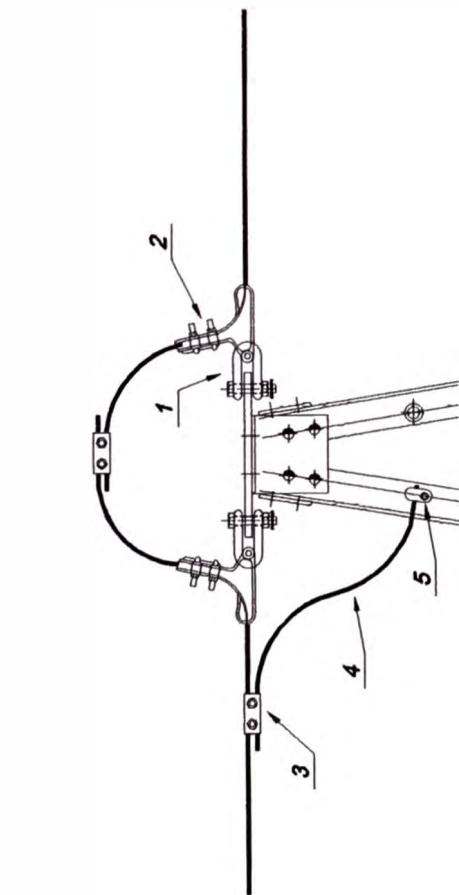
ANCLAJE PASANTE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 LINEA DE TRANSMISION 60 kV  
 SE CAJABAMBA - SE MORENA

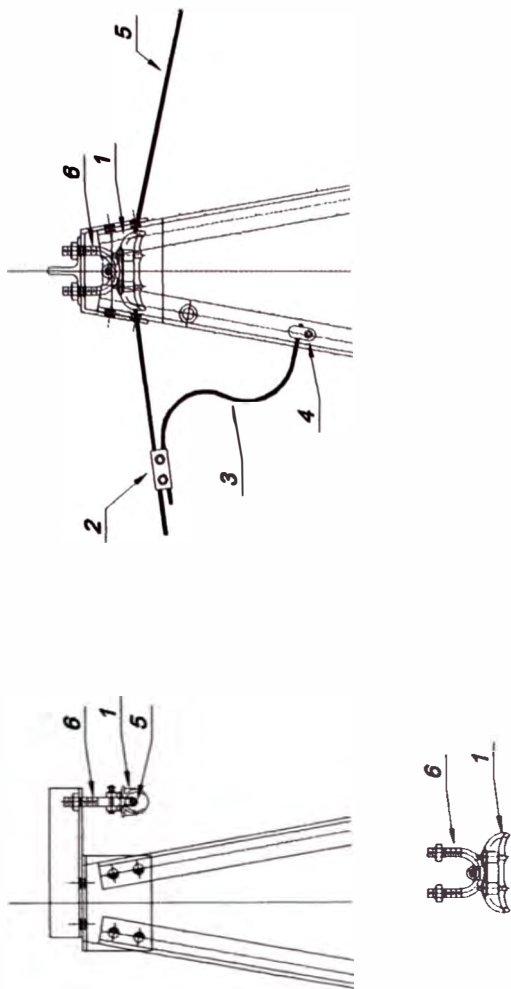
DETALLE ENSAMBLE DE CADENAS  
 CADENAS NORMALES E INVERTIDAS

Escala  
 S/E



**ENSAMBLE DE C.G. ANCLAJE**

POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Grillete Recto c/Perno M16	2	C02011-L
2	Grapa Tipo Pistola 02 pernos	2	C03011
3	Grapa Doble Via ( 01 tapa c/02 pernos)	1	C02085
4	Cable de Guarda EHS 38 mm2.	-	--
5	Conector Cable Estructura ( 01 tapa c/01 perno)	1	C02087
6	-	-	--



**ENSAMBLE DE C.G. SUSPENSION**

POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Grapa Suspensión	1	--
2	Grapa Doble Via ( 01 tapa c/02 pernos)	1	C02085
3	Cable Conexión a torre	-	--
4	Conector Cable Estructura ( 01 tapa c/01 perno)	1	C02087
5	Cable Guarda EHS 38 mm2.	-	--
6	Perno "U" ( Suministro de Torre )	1	--



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 LINEA DE TRANSMISION 60 KV  
 SE CAJABAMBA - SE MORENA

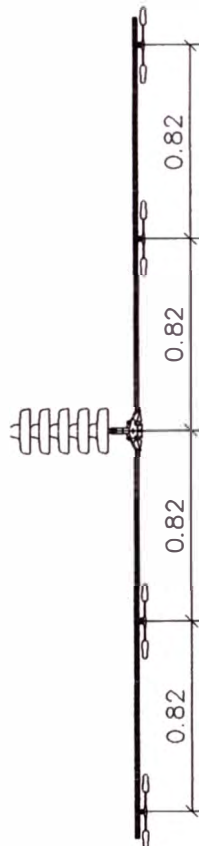
DETALLE  
 CABLE DE GUARDA  
 Escala  
 S/E



Detalle en Cadenas de Anclaje



Disposición de Amortiguadores



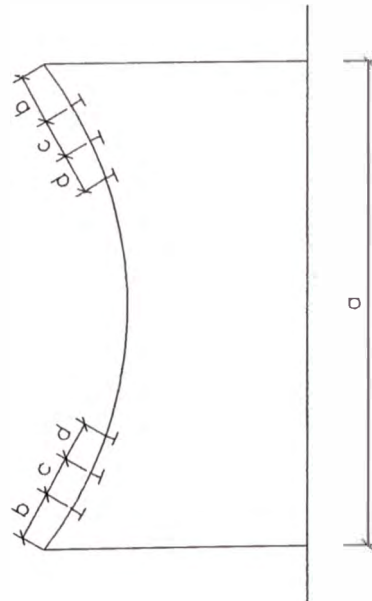
Detalle en Cadenas de Suspensión

Conductor AAAC 120 mm2.

Vano a (m.)	Amortiguador Stockbridge por Vano y Fase
250 < a < 400	1
400 < a < 700	2
700 < a < 1300	3

Cable Acero EHS 38 mm2.

Vano a (m.)	Amortiguador Stockbridge por Vano y Fase
300 < a < 500	1
501 < a < 1200	2
-	-



Detalle en Instalación

Distancia de Amarres.

	Conductor Activo
b ( m. )	0.82
c ( m. )	0.82
d ( m. )	0.82

Distancia de Amarres.

	Conductor Cable Guarda
b ( m. )	0.50
c ( m. )	0.50



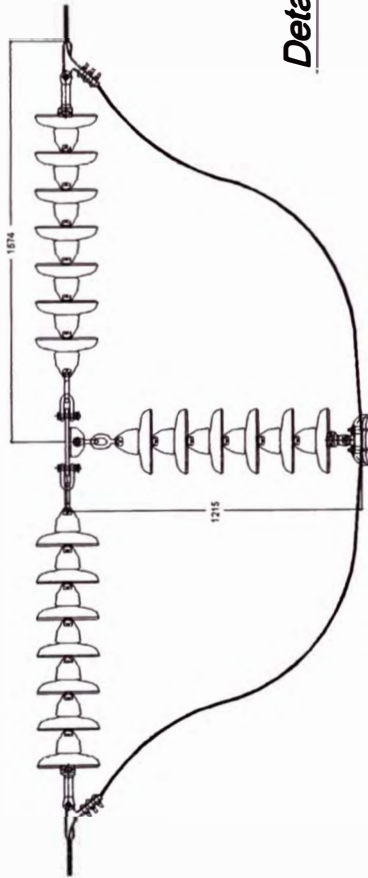
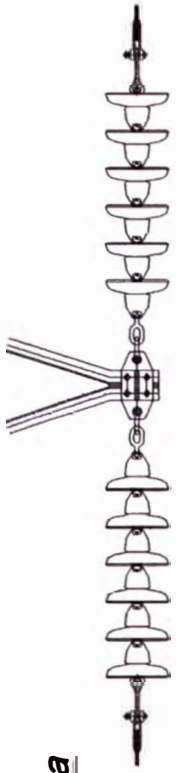
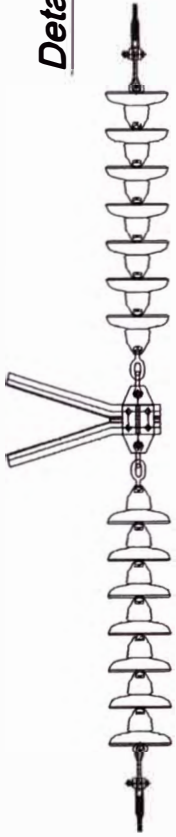
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ELECTRICAY ELECTRONICA  
 LINEA DE TRANSMISION 60 KV  
 SE CAJABAMBA - SE MORENA

DETALLE  
 INSTALACION DE AMORTIGUADORES

Escala  
 S/E

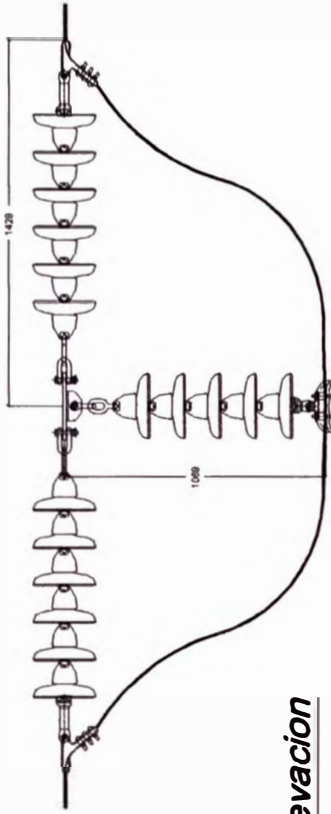


Detalle de Planta

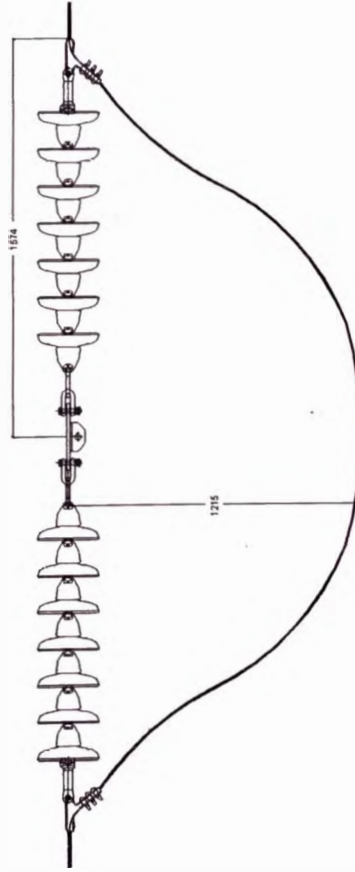


Cuello Jumper Mayor a 3500 msnm.

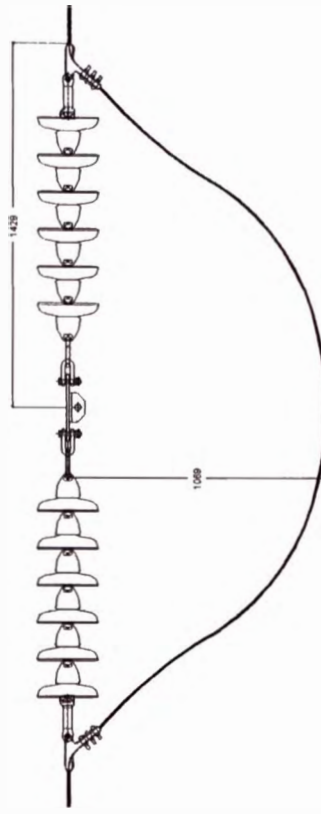
Detalle de Elevacion



Cuello Jumper Menor a 3500 msnm.



Cuello Mayor a 3500 msnm.



Cuello Menor a 3500 msnm.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 LINEA DE TRANSMISION 80 KV  
 SE CAJABAMBA - SE MORENA

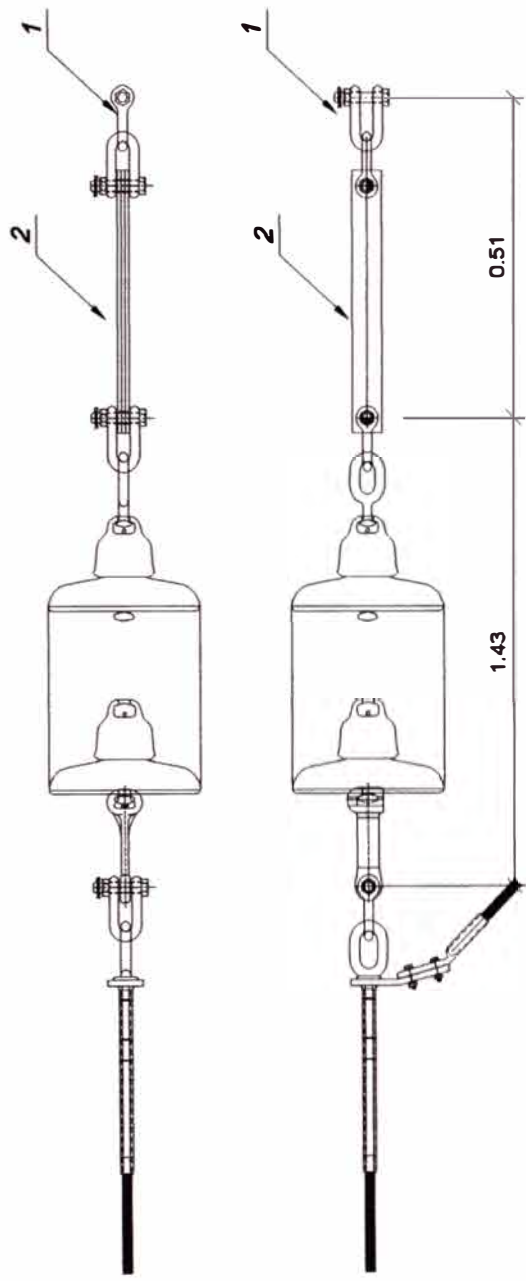
DETALLE  
 JUMPER Y CUELLOS

Escala  
 S/E





**DETALLE DE PLATINA**  
**6.4 x 50 x 420 long. mm.**



**DETALLE DE PROLONGA**


POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Grillete Recto c/Perno M16	2	C020:1-L
2	Platina de 6.4x50 x 420 mm. long.	3	---
3	-	---	---



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 LINEA DE TRANSMISION 60 kV  
 SE CAJABAMBA - SE MORENA

DETALLE  
 PROLONGA

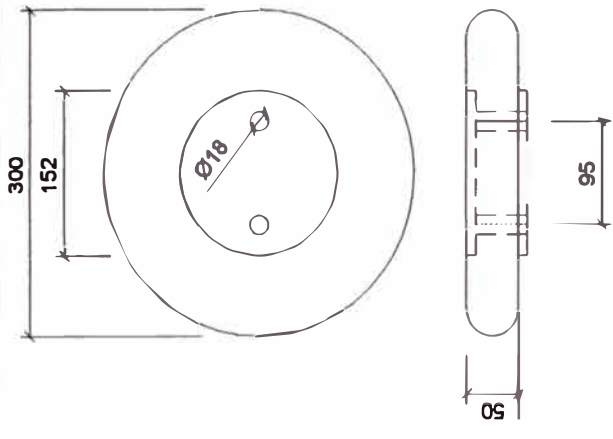
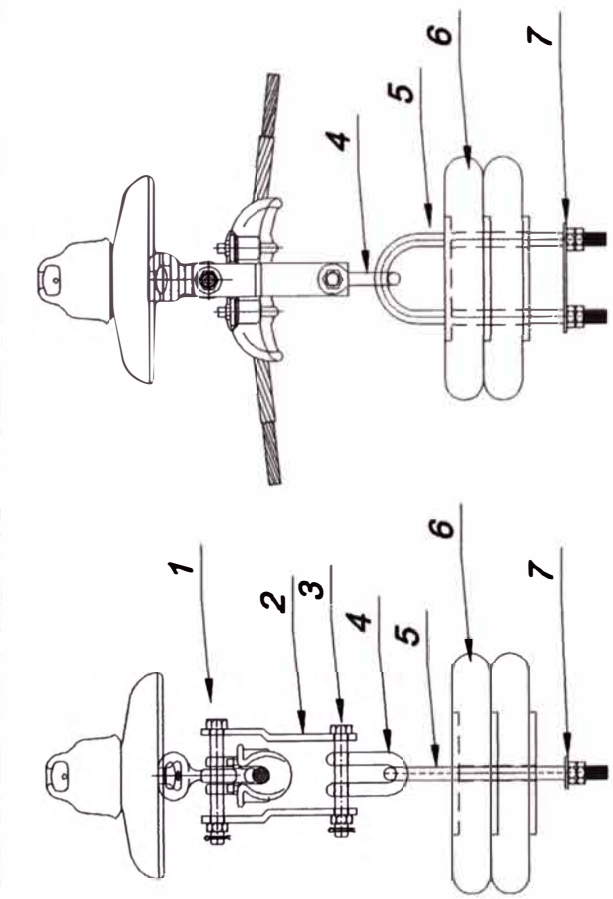
Escala  
 S/E



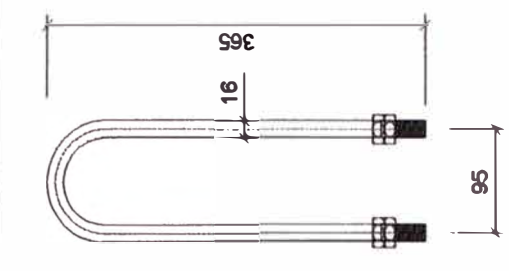
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 LINEA DE TRANSMISION 60 KV  
 SE CAJABAMBA - SE MORENA

DETALLE  
 PROLONGA

Escala  
 S/E



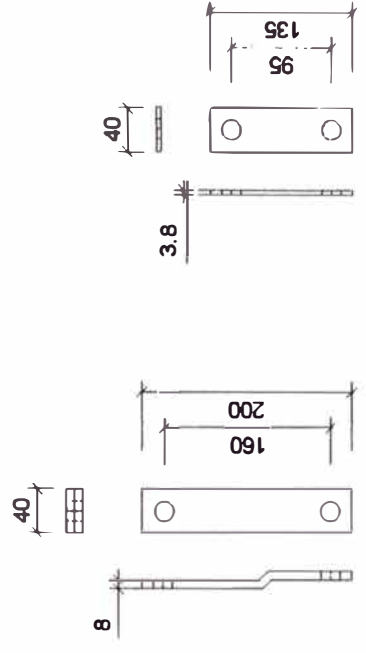
Disco de Plomo



Perno Ubols "U"

**DETALLE CONTRAPESO**

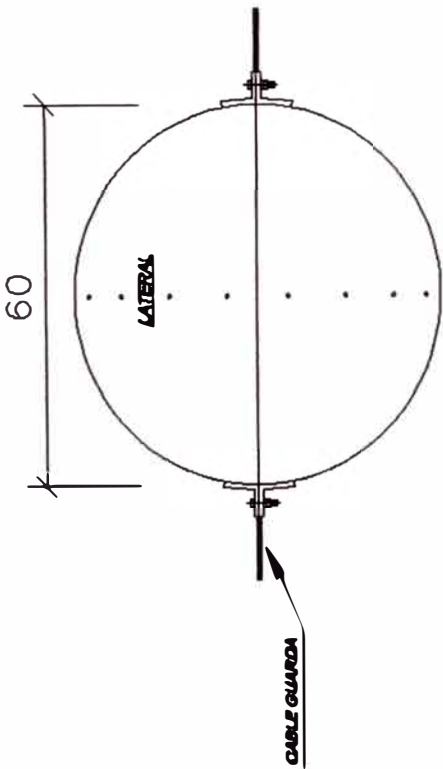
POSICION	DESCRIPCION	CANT.	CODIGO
1	Perno Maquinado de 5/8" x 6" long. con T pasador	1	--
2	Platina de 40 x 6.4 x 200 mm Long.	2	--
3	Perno Maquinado de 5/8" x 5" long. con T pasador	1	--
4	Grillete Recto de 5/8"	1	--
5	Perno Ubols "U" Ø 5/8" x 290 mm. Long.	1	--
6	Disco de Plomo de 25 Kg.	-	--
7	Platina de 40 x 3.8 x 135 mm. long.	1	--



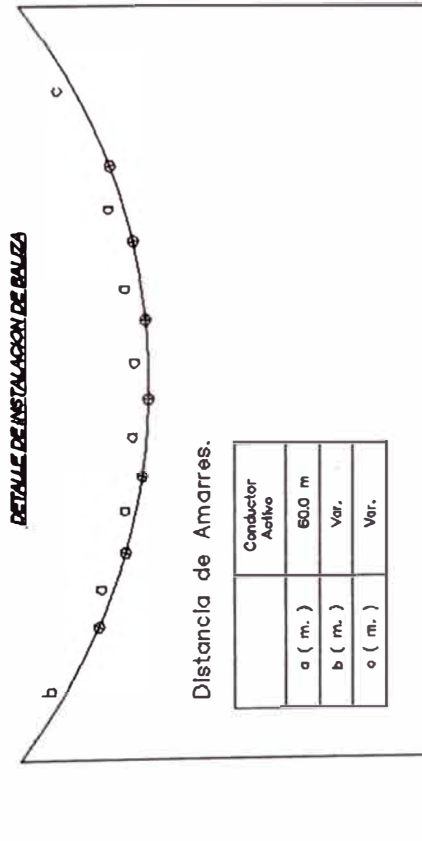
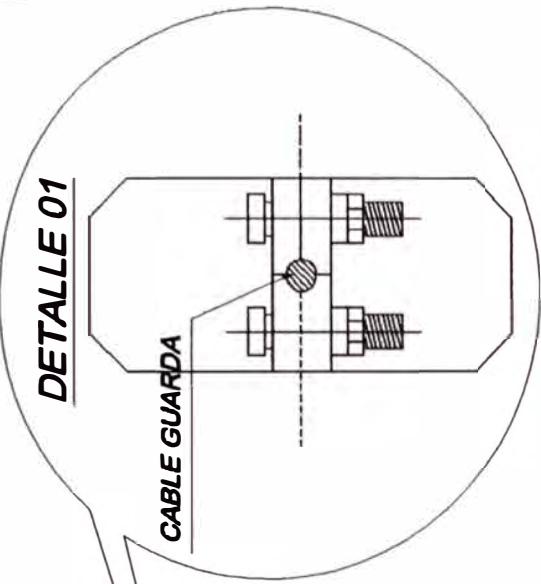
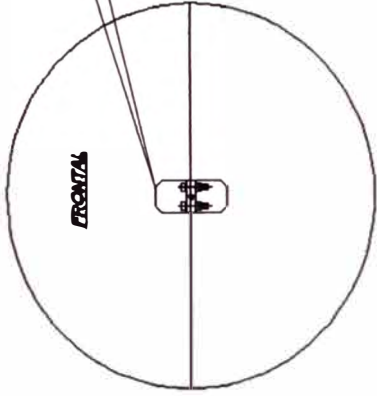
Platina de 200 mm Long.  
 40 x 6.4 mm.

Platina de 135 mm Long.  
 40 x 3.8 mm.

**NOTA : LAS DIMENSIONES EN mm.**



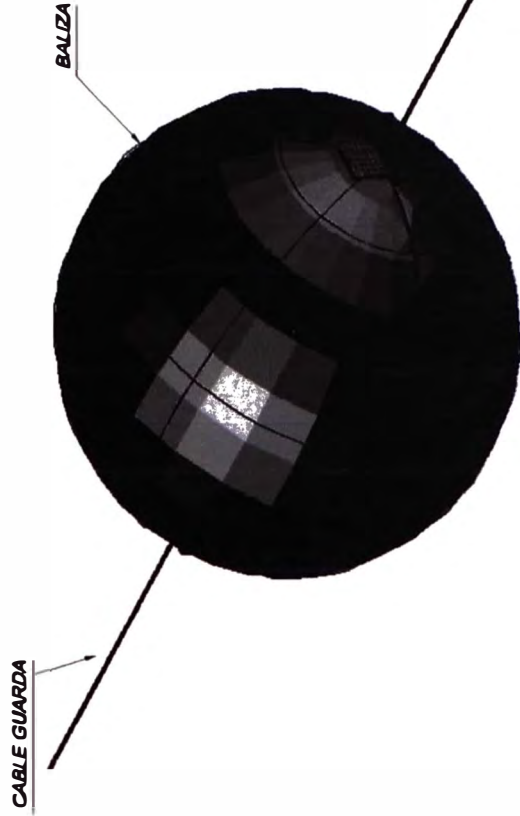
**DETALLE DE BALIZA**



Distancia de Amarres.

	Conductor Activo
a ( m. )	60.0 m
b ( m. )	Var.
c ( m. )	Var.

Vano



**DETALLE 3D**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ELECTRICA Y ELECTRONICA

LINEA DE TRANSMISION 60 KV  
SE CAJABAMBA - SE MORENA

DETALLE  
INSTALACION DE BALIZAS

Escala  
SE

## **ANEXO C**

**TABLA:**  
**- TABLA DE DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS**  
**"CONFORME A OBRA"**

## **ANEXO D**



## RESUMEN DE PAGOS POR SERVIDUMBRE DAÑOS Y PERJUICIOS

EI N°	EF N°	NOMBRES Y APELLIDOS	D.N.I	DOMICILIO	PAGO POR SERVIDUMBRE (S/.)	PAGO POR DAÑOS Y PERJUICIOS (S/.)	TOTAL PAGADO (S/.)
1	1	CALDERON IPARRAGUIRRE CARMEN ROSA	26921260	SANTA MONICA	18 558,47	135,20	18 893,87
2	2	POMA ROMERO BRAULIO GASTULO	26935014	SANTA MONICA	2 413,10	391,20	2 804,30
3	3	MORENO CHACON ANGELICA JUANA	26931005	SANTA MONICA	16,57	99,20	115,77
4	4	VASQUEZ ESPEJO SEGUNDO NICANOR	26934446	SANTA MONICA	334,1	526,20	559,81
5	5	URTECHO CALDERON CELINA	26925562	SANTA MONICA	77,51	250,00	327,51
6	6	SILVA MENDOZA SANTOS DANIEL	26950685	QUILLORCO	120,38	810,00	930,38
7	7	ROBLES PAREDES SANTOS ARCADIO	26934898	QUILLORCO	18,72	492,00	510,72
8	8	VASQUEZ VEGA CARMEN ROSA	26957488	QUILLORCO	1 500,00	980,00	2 480,00
11	9	VASQUEZ VEGA ROSALIA	26927397	QUILLORCO	53,91	310,00	363,91
12	10	ROJAS JARA MODESTA	26950308	QUILLORCO	39,72	122,56	162,28
13	11	VILLANUEVA VALDERRAMA FELIPE	26924975	QUILLORCO	12,29	189,60	201,89
14	12	VALDERRAMA CRUZ DE QUISPE FLORA	26932121	QUILLORCO	82,05	469,40	551,45
15	13	TORIBIO DE LA CRUZ GUILLERMO	26929152	MITOPAMPA	88,30	363,60	451,90
16	14	RODRIGUEZ DE JUAREZ FRANCISCA	32881454	MITOPAMPA	16,30	97,60	113,90
17	15	ROMERO FERNANDEZ MANUEL	26928803	MITOPAMPA	29,40	165,00	194,40
18	16	ROMERO BAYLON DAMIAN ADOLFO	26922939	MITOPAMPA	32,07	232,00	264,07
19	17	VERA ALFARO SEGUNDO FRANCISCO	26931499	MITOPAMPA	25,12	64,00	89,12
18	18	PAREDES CASTILLO SANTIAGO	26926275	MITOPAMPA	19,68	40,80	60,48
20	19	VILLANUEVA CRUZ DANIEL GUADALUPE	26927103	MITOPAMPA	42,23	377,77	420,00
20	20	VILLANUEVA LOPEZ JUAN JOSE	26928789	MITOPAMPA	9,60	60,00	69,60
21	21	TORIBIO DE LA CRUZ ELENA AURORA	26929877	MITOPAMPA	6,95	95,00	101,95
22	22	CATALAN VILLANUEVA FILOMENA	26928224	MITOPAMPA	64,68	231,00	295,68
23	23	CRUZ ESPEJO JULIO	26932451	MITOPAMPA	0,00	150,00	150,00
24	24	ROMERO FERNANDEZ MANUEL	26928803	MITOPAMPA	6,49	350,00	356,49
25	25	OLIVEROS CHERRES PACIFICO	32771543	MITOPAMPA	6,02	593,98	600,00
26	26	JACINTO TORIBIO NICOLAS	18885467	MITOPAMPA	28,80	20,00	48,80
27	27	DE LA CRUZ JULCA JOSE VALERIO	26925629	MITOPAMPA	57,60	82,50	140,10
26	28	JACINTO TORIBIO RAMOS GERTRUDES	26925629	MITOPAMPA	11,55	20,00	31,55
27	29	ARTEAGA CARRANZA FREDESINDA YOLANDA	26920602	MITOPAMPA	60,82	549,98	610,80
28	30	ROMERO VALENCIA JESUS ANGEL	26929197	MITOPAMPA	1,57	48,43	50,00
29	31	AVILA VILLANUEVA PEDRO ENRIQUE	26933020	MITOPAMPA	3,14	446,83	449,97
30	32	ROJAS JULCA TEOFILA	26929939	MITOPAMPA	22,45	127,55	150,00
31	33	FABIAN AVILA VICENTA	26934776	MITOPAMPA	61,47	96,00	157,47
32	34	PEÑA RAMIREZ TEODORA BACILIA	26927989	MITOPAMPA	29,40	170,60	200,00
33	35	RAMOS CUBA FELIBERTO	26931429	MITOPAMPA	35,28	344,72	380,00
34	36	LOPEZ REYES FELIPE	26929866	MITOPAMPA	218,10	588,60	806,70
35	37	POLO MENDOZA DANIEL	00122662	HUAYUNGUITA	12,29	150,00	162,29
36	38	RODRIGUEZ TORIBIO JULIO	26922821	HUAYUNGUITA	51,32	380,00	431,32
37	39	VILLANUEVA REYES GUADALUPE GENARO	26932357	HUAYUNGUITA	48,11	677,00	725,11
40	40	VILLANUEVA REYES MARIA LUISA	26924287	HUAYUNGUITA	24,00	76,00	100,00
41	41	VILLANUEVA REYES JUAN JULIO	26929069	HUAYUNGUITA	33,60	46,40	80,00
38	42	JARA REYES PETRONILA	26924252	HUAYUNGA	161,43	296,00	457,43
39	43	CASTILLO VILLANUEVA ASUNCION	26920724	HUAYUNGA	18,71	105,29	124,00
40	44	FLORES PALMA FELIPA DE JESUS	26931481	HUAYUNGA	21,38	98,62	120,00
41	45	CRUZ ARANDA MARIA MARGARITA	26927007	HUAYUNGA	13,36	86,64	100,00
42	46	DE LA CRUZ VILLANUEVA FILOMENO	26924322	HUAYUNGA	10,69	89,31	100,00
43	47	ROSALES FLORES VICENTE SABINO	26925711	HUAYUNGA	5,35	44,65	50,00
44	48	CRUZ OTINIANO ANITA	40314013	HUAYUNGA	16,04	216,96	233,00
45	49	CRUZ OTINIANO TEODORA	26932557	HUAYUNGA	29,40	165,60	195,00
46	50	VILLANUEVA LOPEZ MANUEL	26927839	HUAYUNGA	73,77	735,23	809,00
47	51	CARRION LUIS SANTOS ARCADIO	26922960	HUAYUNGA	67,35	755,20	822,55
48	52	CASAS VILLANUEVA JULIO	26925504	HUAYUNGA	67,89	658,20	726,09
49	53	CHIMBOR CASAS JOSE FEDERICO	26926104	HUAYUNGA	9,62	129,60	139,22
50	54	DE LA CRUZ RIOS ELENA	80028723	HUAYUNGA	36,35	333,65	370,00
51	55	LEON DE AGUADO MARIA PRUDENCIA	26930029	HUAYUNGA	18,71	81,29	100,00
52	56	JARA LOPEZ PAULA IZABEL	32847270	HUAYUNGA	14,97	185,03	200,00
53	57	REYES REYES JESUS VICTOR	26927724	HUAYUNGA	37,95	252,09	290,04
54	58	ESCUELA (Ppta. FILOMENO DE LA CRUZ)		HUAYUNGA	17,11	102,40	119,51
55	59	ROSALES CRUZ SANTOS	41110295	HUAYUNGA	6,95	43,05	50,00
56	60	LOPEZ VILLANUEVA ESTANISLAO	26926709	HUAYUNGA	83,93	189,83	273,76
57	61	CARRION ROMERO SANTOS ENRIQUE	26924957	HUAYUNGA	35,28	164,72	200,00
62	62	LOPEZ VILLANUEVA LUIS FERMIN	26933231	HUAYUNGA	72,00	228,00	300,00
63	63	LOPEZ VILLANUEVA FAUSTINA ROSA	10447773	HUAYUNGA	72,00	98,00	170,00
58	64	FERNANDEZ VERA SANTOS HILARIO	26929127	MIGMA	0,00	695,00	695,00
59	65	JACINTO JARA SOTERO	26929006	MIGMA	0,00	360,00	360,00
60	66	GOMEZ SOTO ANDREA	26932343	MIGMA	0,00	586,00	586,00
61	67	CALDERON DE CARRANZA OLINDA VICTORIA	26929814	MIGMA	0,00	565,00	565,00
62	68	ROBLES RODRIGUEZ LADISLAO	26935470	MIGMA	0,00	360,00	360,00
63	69	JACINTO SOTO MARIA NICOLASA	26931167	MIGMA	0,00	100,00	100,00
64	70	ANTICONA JACINTO VIVIANA MARTINA	26924904	MIGMA	0,00	100,00	100,00
65	71	GRAUS CUBA DOLORES SANTIAGO	26955144	MIGMA	0,00	170,00	170,00
66	72	LOPEZ INGA AUGUSTA EMPERATRIZ	26954831	MIGMA	0,00	100,00	100,00
67	73	LOPEZ REYES FELIPE	26929866	MIGMA	0,00	1106,00	1 106,00
68	74	LOPEZ INGA LADISLAO EDISEO	26953125	MIGMA	0,00	320,00	320,00
69	75	CASA VILCA MATEO EUGENIO	26924886	MIGMA	0,00	150,00	150,00
70	76	CASAS VILCA JUAN FRANCISCO	26926065	MIGMA	0,00	288,00	288,00
71	77	RODRIGUEZ VILLANUEVA LORENZO	26956418	MIGMA	0,00	100,00	100,00
72	78	COMUNIDAD MIGMA (Ppta. VILLANUEVA CRUZ H.)	26926635	MIGMA	1 561,45	38,55	1 600,00
73	79	JACINTO VASQUEZ SAN VICENTE	26959413	MARCABALITO	0,00	390,00	390,00
74	80	URIOL REYES RAMON ROGER	26960066	MARCABALITO	0,00	296,00	296,00
75	81	URIOL JACINTO SANTOS BACILIO	26956263	MARCABALITO	0,00	85,00	85,00
76	82	URIOL REYES SANTOS LUIS	26956375	MARCABALITO	0,00	157,00	157,00
77	83	C.C.(Ppta. TICCLIA ROJAS JUAN LUCIANO)	26928533	MARCABALITO	1 818,94	281,06	2 100,00
78	84	CRUZ CALDERON SANTOS EULOGIO	26956066	MARAYBAMBA	22,20	27,80	50,00
79	85	MONZON BURGOS PEDRO	19576139	MARAYBAMBA	88,08	541,92	630,00



El N°	EF N°	NOMBRES Y APELLIDOS	D.N.I	DOMICILIO	PAGO POR SERVIDUMBRE (S/.)	PAGO POR DAÑOS Y PERJUICIOS (S/.)	TOTAL PAGADO (S/.)
80	86	GUTIERREZ RAMIREZ CLARA AMELIA	1280489798	MARAYBAMBA	29,97	275,03	305,00
81	87	URIOL VASQUEZ ALBERTO ZACARIAS	26935428	MARAYBAMBA	24,80	95,20	120,00
82	88	MONZON RONDON VICENTE SANTOS	26924151	MARAYBAMBA	57,73	352,27	410,00
83	89	JOAQUIN SANDOVAL PABLO ROBERTO	41769613	MARAYBAMBA	12,95	137,05	150,00
84	90	AGUIRRE RAMIREZ BALVINA ADRIANA	19575917	MARAYBAMBA	37,00	313,00	350,00
85	91	AGUIRRE RAMIREZ EXALTACION	26956874	MARAYBAMBA	17,76	263,04	280,80
86	92	MONZON BURGOS SANTOS	19576140	MARAYBAMBA	18,50	181,50	200,00
87	93	RAMIREZ SALINAS AGUSTIN CONVERSION	19575763	MARAYBAMBA	27,02	232,98	260,00
88	94	RAMIREZ RONDON ROMAN MODESTO	19575741	MARAYBAMBA	64,76	255,24	320,00
89	95	MONZON BURGOS SANTOS	19576140	MARAYBAMBA	7,40	162,60	170,00
90	96	RODRIGUEZ FERNANDEZ FRANCISCO	26931352	MARAYBAMBA	50,33	249,67	300,00
91	97	POLO PAREDES PEDRO TEOFILO	19576137	MARAYBAMBA	179,12	950,88	1 130,00
92	98	CRUZ LUIS JULIO MARIO	26928168	MARAYBAMBA	332,34	229,89	562,23
93	99	JUAREZ POLO JOSE HIPOLITO	26928319	SHALCAPATA	98,44	681,56	780,00
94	100	POLO JUAREZ ASUNCION	19544635	SHALCAPATA	62,91	67,09	130,00
95	101	CABALLERO AVILA GERMAN	19546947	SHALCAPATA	76,61	13,39	90,00
96	102	SOLORZANO POLO JULIO CESAR	42534565	SHALCAPATA	7,40	92,60	100,00
97	103	BURGOS SOLORZANO JESUS	26934310	SHALCAPATA	11,10	118,90	130,00
98	104	CABALLERO TORRES JOSE TRINIDAD	26927835	SHALCAPATA	9,25	80,75	90,00
99	105	CISNEROS PAREDES MARCOS	26930826	SHALCAPATA	14,06	125,94	140,00
100	106	CISNEROS PAREDES FRANCISCO SATURNINO	19575773	SHALCAPATA	14,80	105,20	120,00
101	107	POLO CRUZ FRANCISCO SOLANO	19564750	SHALCAPATA	14,43	125,57	140,00
102	108	CUBA CRUZ FRANCISCO	26924123	SHALCAPATA	13,32	156,68	170,00
103	109	FERNANDEZ POLO FLORENCIO AGAPITO	19575730	SHALCAPATA	14,06	115,94	130,00
104	110	JULCA AMADOR SEGUNDO SANTOS	26927200	SHALCAPATA	9,99	90,01	100,00
105	111	OLIVARES POLO LUIS FERMIN	19575632	SHALCAPATA	7,40	172,60	180,00
106	112	SOLORZANO VACA LUIS FERMIN	19545368	SHALCAPATA	9,99	230,01	240,00
107	113	OLIVARES POLO MARIA DOMINICA	40699126	SHALCAPATA	10,36	89,64	100,00
108	114	OLIVARES RODRIGUEZ SANTA MARIA	19575714	SHALCAPATA	29,61	228,00	257,61
	116	ALTUNA CABALLERO GONZALO GUILLERMO	19575680	SHALCAPATA	10,00	60,00	70,00
109	116	POLO PAREDES TIMOTEO	19575754	SHALCAPATA	68,83	511,17	580,00
110	117	TORRES CANO DOMINGO	26931816	SHALCAPATA	26,28	171,72	198,00
111	118	TORRES CANO ELEUTERIO	19545264	SHALCAPATA	15,54	226,46	242,00
112	119	RODRIGUEZ AMADOR ASUNCION ALIPIO	19575802	SHALCAPATA	15,17	124,83	140,00
113	120	POLO RUIZ PABLO EMILIO	26957215	SHALCAPATA	5,55	144,45	150,00
114	121	POLO REYES RAMOS GORGE	19545024	SHALCAPATA	39,60	210,40	250,00
115	122	POLO SICCHA EDUARDO LADISLAO	40443018	SHALCAPATA	11,10	128,90	140,00
116	123	AGUIRRE CISNEROS JOSE SANTOS	26934677	SHALCAPATA	14,80	135,20	150,00
117	124	ROMERO PAREDES FELIX BENIGNO	26950738	SHALCAPATA	31,09	268,91	300,00
118	125	AGUIRRE REYES JUAN PABLO	19575913	SHALCAPATA	5,18	44,82	50,00
119	126	AMADOR RUIZ LUIS FERMIN	19575875	SHALCAPATA	51,81	298,19	350,00
120	127	AMADOR RUIZ EMITERIO CELIDONIO	26933080	SHALCAPATA	67,72	232,28	300,00
121	128	ORUNA RAMOS CANDELARIO	43377326	SHALCAPATA	12,95	107,05	120,00
122	129	PAREDES BACILIO BENITO NICOLAS	26930789	SHALCAPATA	384,71	750,00	1 134,71
123	130	PAREDES POLO JACINTO ASUNCION	26961317	SHALCAPATA	33,31	456,69	490,00
124	131	CASTILLO BASILIO JOSE TEOFILO	26924716	SHALCAPATA	116,58	593,42	710,00
125	132	CASTILLO RONDO BENITO	5569179-A	SHALCAPATA	1 567,35	247,65	1 815,00
128	133	FERNANDEZ GUTIERREZ SANTOS SEVERIANO	26957968	SHALCAPATA	49,59	240,41	290,00
127	134	LOPEZ INGA LADISLAO ELISEO	26953125	SHALCAPATA	25,54	214,46	240,00
128	135	ROMERO CRUZ SANTOS JACINTA	26930774	SHALCAPATA	44,41	335,59	380,00
129	136	CASTILLO BACILO MATIAS FILIBERTO	26926199	SHALCAPATA	4,663	73,37	120,00
130	137	VILLALVA CASTILLO SANTOS EUSEBIO	19546743	SHALCAPATA	24,06	375,94	400,00
131	138	AGUIRRE REYES JACINTO	26931290	SHALCAPATA	8,88	91,12	100,00
132	139	VILLALVA VACA JOSE NICASIO	19528227	SHALCAPATA	584,75	565,25	1 150,00
133	140	ROJAS CASTILLO SANTOS JULIO	41173772	SHALCAPATA	722,12	427,88	1 150,00
134	141	REYES ROJAS MAGDALENO	19575880	SHALCAPATA	58,10	41,90	100,00
135	142	REYES ARMAS GILBERTO ANDRES	26957875	SHALCAPATA	29,98	100,02	130,00
136	143	BRICENO REYES AGUSTIN OBISPO	43346461	SHALCAPATA	275,08	1074,92	1 350,00
137	144	CONTRERAS BARRUETO SANTOS SANTIAGO	26925060	SHALCAPATA	9,99	40,01	50,00
138	145	ROMERO DE LA CRUZ ROBERTO	26931101	SHALCAPATA	32,20	227,80	260,00
139	146	ROMERO BACILIO ADRIAN NATIVIDAD	27421569	SHALCAPATA	31,09	378,91	410,00
140	147	CASTILLO BACILO MATIAS FILIBERTO	26926199	SHALCAPATA	27,39	172,61	200,00
141	148	SOLORZANO BACA NATIVIDAD	195446778	SHALCAPATA	28,13	251,87	280,00
142	149	ROJAS BRICENO CRECENCIO	19545023	SHALCAPATA	17,39	282,61	300,00
143	150	CASTILLO BACILO LUCINDA VIRGINIA	19544911	SHALCAPATA	12,58	87,42	100,00
144	151	ROMERO PAREDES FELIX BENIGNO	26950738	SHALCAPATA	11,10	118,90	130,00
145	152	CUBA CASTILLO MANUEL ISABEL	26927940	SHALCAPATA	71,05	348,95	420,00
146	153	REYES CUBA PEDRO SATURNINO	19575666	SHALCAPATA	196,33	251,67	448,00
		RIO CHUZGON					
147	154	LEYVA VALERA AGUSTIN	19563687	SANTA ROSA	0,00	500,00	500,00
148	155	MENDOZA PAREDES SIXTO	19575054	SANTA ROSA	0,00	900,00	900,00
149	156	LOPEZ RUIZ FLOR	19554803	SANTA ROSA	0,00	250,00	250,00
150	157	GUZMAN POLO ELENA	19541538	SANTA ROSA	0,00	410,00	410,00
151	158	MENDOZA PAREDES FAUSTINO	19522468	SANTA ROSA	300,00	220,00	520,00
152	159	PEREZ SANCHEZ BARTOLO	19540298	SANTA ROSA	0,00	250,00	250,00
153	160	BACA VASQUEZ TOMAS	19563820	SANTA ROSA	0,00	150,00	150,00
154	161	POLO CABANILLAS NAZARIO	S/D	SANTA ROSA	0,00	770,00	770,00
155	162	AGUILAR NEGREIROS EULALIO	19554441	SANTA ROSA	0,00	440,00	440,00
156	163	VALDERRAMA VERA FABIO	19574584	SANTA ROSA	0,00	300,00	300,00
157	164	GUZMAN POLO MARIA	19556558	SANTA ROSA	0,00	450,00	450,00
158	165	VALERA LOPEZ ISAIAS	19553997	SANTA ROSA	0,00	400,00	400,00
159	166	CABALLERO VERA VICTOR	19553850	SANTA ROSA	0,00	1 200,00	1 200,00
160	167	MARQUINA ROMAN SIMONA	19553914	SANTA ROSA	0,00	250,00	250,00
161	168	MENDOZA PAREDES JORGE	19529087	SANTA ROSA	0,00	700,00	700,00
162	169	MENDOZA VASQUEZ EUDOSIO	19554049	SANTA ROSA	0,00	300,00	300,00
163	170	RUIZ RODRIGUEZ JAIRO	19555976	SANTA ROSA	0,00	200,00	200,00
164	171	MENDOZA PAREDES ISIDRO	19554045	SANTA ROSA	0,00	130,00	130,00



EI N°	EF N°	NOMBRES Y APELLIDOS	D.N.I	DOMICILIO	PAGO POR SERVIDUMBRE (S/.)	PAGO POR DAÑOS Y PERJUICIOS (S/.)	TOTAL PAGADO (S/.)
165	172	POLO RODRIGUEZ ALEJANDRO	19563496	SANTA ROSA	0,00	240,00	240,00
166	173	VERA ALVA NICOLASA	1282606753	PAJA BLANCA	0,00	390,00	390,00
167	174	MARTINEZ MUDARRA DAMIAN	40280905	PAJA BLANCA	0,00	180,00	180,00
168	175	OTINIANO ALVA ANDRES APOSTOL	19542389	PAJA BLANCA	0,00	600,00	600,00
169	176	RUIZ OLIVA FLORENCIO	19566599	PAJA BLANCA	0,00	144,00	144,00
170	177	VERA ALVA SIXTO MARCELINO	19563768	PAJA BLANCA	0,00	505,00	505,00
171	178	VERA ROQUE MARCIANO	19554573	PAJA BLANCA	0,00	150,00	150,00
172	179	POLO RODRIGUEZ DANIEL	1279751851	PAJA BLANCA	0,00	180,00	180,00
173	180	AGUIRRE RUIZ CIPRIANA NILA	19563764	PAJA BLANCA	0,00	200,00	200,00
174	181	Pdte: BRICEÑO LOPEZ ANIANO	19542860	CHUGAY	2 586,49	1613,51	4 200,00
antena		RODRIGUEZ VACA ESTANISLAO	19555974	SARTIMBAMBA	500,00		500,00
175	182	ROMERO IPARRAGUIRRE CIRO	19553359	SARTIMBAMBA	155,44	24,38	179,82
183	183	ROMERO IPARRAGUIRRE NELSON	19553358	SARTIMBAMBA	200,00		200,00
176	184	ESCOBEDO ECHEVARRAIA ROSAS DANILO	19554451	SARTIMBAMBA	12,77	87,23	100,00
178	185	VEGA ESPEJO EMILIO FRANCISCO	19554738	SARTIMBAMBA	94,00	306,00	400,00
177	186	RIOS SANDOVAL JULIAN	19553575	SARTIMBAMBA	6 179,92	695,00	6 874,92
179	187	TACANGA RIOS VICTOR	19553534	SARTIMBAMBA	17,02	132,98	150,00
180	188	CHACON AGREDA JUAN	19569746	SARTIMBAMBA	38,86	306,14	345,00
181	189	RIOS CALDERON DIOMEDES	19554534	SARTIMBAMBA	2,18	47,82	50,00
182	190	VELA RODRIGUEZ FRANCISCA INES	19554350	SARTIMBAMBA	103,62	46,38	150,00
183	191	ANTICONA GRABIEL TOMAS	19553826	SARTIMBAMBA	87,34	212,66	300,00
184	192	DIAZ REBAZA ALFONSO SILVESTRE	19556357	SARTIMBAMBA	77,35	412,65	490,00
185	193	LEON LAIZA FLORA	19555623	SARTIMBAMBA	145,44	537,00	682,44
186	194	ACOSTA CISNEROS VICENTE	19553469	SARTIMBAMBA	32,56	67,44	100,00
187	195	CASTILLO ESTEBAN LUIS ROMAN	19553415	SARTIMBAMBA	113,80	16,20	130,00
188	196	VELA RODRIGUEZ JUAN SANTOS	19555687	SARTIMBAMBA	37,93	32,93	70,86
189	197	VEGA HERRERA GERMAN	19553256	SARTIMBAMBA	29,61	200,39	230,00
190	198	ACOSTA ARAUJO JUAN FRANCISCO	19553315	SARTIMBAMBA	56,51	44,49	100,00
191	199	ESTEBAN SERIN FACUNDO	S/D	SARTIMBAMBA	4,16	115,84	120,00
192	200	LESAMA SEGURA JACINTO TEODORO	19553248	SARTIMBAMBA	6,56	44,45	50,00
193	201	MAURICIO VALDERRAMA CLARA	19554657	SARTIMBAMBA	34,05	15,95	50,00
194	202	CRUZADO DE SERIN ADRIANA	19554741	SARTIMBAMBA	173,19	26,81	200,00
195	203	CALDERON LAIZA WENCESLAO	19553835	SARTIMBAMBA	370,1	262,99	300,00
196	204	ESTEBAN OTINIANO CIRA	19556338	SARTIMBAMBA	35,53	314,47	350,00
197	205	SERIM ESTEBAN GUMERCINDA	19555557	SARTIMBAMBA	156,92	343,08	500,00
198	206	ESTEBAN LAVADO ANGELA EMILIANA	19569803	SARTIMBAMBA	3,44	46,56	50,00
199	207	GABRIEL AGUILAR HIPOLITO	19553398	SARTIMBAMBA	82,89	247,11	330,00
200	208	RONDO BALTODANO SUSANA ELOISA	S/D	SARTIMBAMBA	35,90	194,10	230,00
201	209	RONDO AGUILAR ROGELIO	19553529	SARTIMBAMBA	76,24	193,76	270,00
202	210	PAREDES BACA SANTOS HIPOLITO	19565427	SARTIMBAMBA	499,8	380,04	430,00
203	211	RONDO AGUILAR URSULA	19553982	SARTIMBAMBA	46,26	103,74	150,00
204	212	CASTILLO HERRERA RODOLFO	17904730	SARTIMBAMBA	108,80	511,20	620,00
205	213	ESTEBAN LAVADO ANGELA EMILIANA	19569803	SARTIMBAMBA	64,76	523,24	588,00
206	214	SERIN ESTEBAN LAZARO	S/D	SARTIMBAMBA	266,46	423,54	690,00
207	215	SANTOS ORUNA EMILIANO	19556503	SARTIMBAMBA	85,86	99,14	185,00
208	216	VERA RUIZ FRANCISCO	19553434	SARTIMBAMBA	186,52	3,48	190,00
209	217	GABRIEL LAIZA TEODORO	19556152	SARTIMBAMBA	189,48	334,00	523,48
210	218	ROQUE VERA JUANA	S/D	SARTIMBAMBA	18,10	83,90	100,00
	219	RONDO CASTILLO GUILLERMO	19553530	SARTIMBAMBA	400,00		400,00
211	220	VEGA HUAMAN FELIX	19553421	SARTIMBAMBA	14,62	35,38	50,00
212	221	RODRIGUEZ NEGREROS FRANCISCO	19554424	SARTIMBAMBA	33,31	166,69	200,00
213	222	SANTOS ORUNA CELSO ELIAS	19553576	SARTIMBAMBA	18,13	81,87	100,00
214	223	OTINIANO RUBIO MANUEL CLEOFE	19554533	SARTIMBAMBA	134,34	15,66	150,00
215	224	BALTODANO LANDAURO CARLOS RICARDO	19553484	SARTIMBAMBA	34,86	465,14	500,00
		ASOCIACION TALPO		SARTIMBAMBA			
		RIO MARAÑON					
		COMPANIA MINERA PODEROSA		VIJUS			
216	225	CUEVA URDANVIA NICOLAS	19421238	VIJUS	4,39	145,61	150,00
						<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>107 592,75</b>

## **ANEXO E**

## CRONOGRAMA DE OBRA LT 60 kV SE CAJABAMBA - SE MORENA

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	1er trimestre			2º trimestre			3er trimestre			4º trimestre		
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	
1	<b>LT 60 kV SE CAJABAMBA - SE MORENA</b>	236 días	mar 08/02/05	sáb 22/10/05												
2	<b>INGENIERIA DE DETALLE</b>	92 días	mar 08/02/05	jue 19/05/05												
3	Revisión y Aprobación	92 días	mar 08/02/05	jue 19/05/05												
4	<b>FABRICACION, TRANSPORTE A ALMACEN EN OBRA</b>	141 días	mar 08/02/05	lun 11/07/05												
5	Pruebas y Transporte de Conductores	20 días	mar 08/02/05	mar 01/03/05												
6	Pruebas y Transporte de Alisadores y Accesorios	20 días	mar 08/02/05	mar 01/03/05												
7	Torres tipo S, parrillas y patas	30 días	mar 15/02/05	vie 18/03/05												
8	Torres tipo A, parrillas y patas	30 días	sáb 19/02/05	mié 23/03/05												
9	Torres tipo TE, parrillas y patas	38 días	jue 19/05/05	mar 28/08/05												
10	Torres tipo T, parrillas y patas	34 días	vie 03/06/05	lun 11/07/05												
11	<b>MONTAJE</b>	236 días	mar 08/02/05	sáb 22/10/05												
12	<b>Instalación de Fundaciones</b>	131 días	mar 08/02/05	jue 30/08/05												
13	Marcación de excavaciones	35 días	mar 08/02/05	mié 16/03/05												
14	Excavaciones	65 días	jue 10/02/05	sáb 23/04/05												
15	Transporte y nivelación de parrillas	115 días	vie 18/02/05	jue 23/06/05												
16	Puesta a tierra	100 días	sáb 12/03/05	jue 30/06/05												
17	<b>Transporte y Montaje de Torres</b>	168 días	lun 28/03/05	vie 23/09/05												
18	Transporte torres "S" y "A"	30 días	lun 28/03/05	jue 28/04/05												
19	Montaje torres "S" y "A"	77 días	lun 04/04/05	jue 23/06/05												
20	Transporte torres "TE" y "T"	30 días	lun 11/07/05	sáb 13/08/05												
21	Montaje torres "TE" y "T"	60 días	mar 19/07/05	vie 23/09/05												
22	Tendido de cables	67 días	jue 11/08/05	vie 21/10/05												
23	Pruebas y entrega final	1 día	vie 21/10/05	sáb 22/10/05												
24	Puesta en servicio	0 días	sáb 22/10/05	sáb 22/10/05												

Proyecto: CRONOGRAMA DE OBRA  
Fecha: 31/10/05

Tarea



Hito



Tareas externas



División



Resumen



Hito externo



Progreso



Resumen del proyecto



Fecha límite



## **ANEXO F**



## LISTA DE COMPOSICION DE TORRE TIPO "S"

Código	Cant.	Descripción	Peso Unít. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>CASTILLETE</b>		<b>63,21</b>	
S12DH	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 286	1,82	1,82	A-50
S12ZH	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 286	1,82	1,82	A-50
S1H	2	L 3/16" x 2" x 2"H X 2290	8,68	17,37	A-50
S20	1	Plancha Estructural 1/4" X 395 X 117	2,40	2,40	
S21	2	Plancha Estructural 1/4" X 194 X 100	1,01	2,03	
S2AH	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 2290	8,68	8,68	A-50
S2H	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 2290	8,68	8,68	A-50
S3	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 496	0,90	3,59	
S30	1	Fe liso 5/8" X 250	0,42	0,42	
S4	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1190	2,16	8,65	
		<b>PERNOS</b>			
	20	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	3,20	
	16	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,40	
	6	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	3,14	
		<b>BRAZO UNITARIO</b>		<b>47,87</b>	
S10	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 532	0,97	0,97	
S11	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1100	2,00	2,00	
S13H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 114	0,73	1,46	A-50
S22D	1	Plancha Estructural 1/4" X 311 X 117	1,89	1,89	
S22Z	1	Plancha Estructural 1/4" X 311 X 117	1,89	1,89	
S5H	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 2227	8,44	8,44	A-50
S6H	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 2227	8,44	8,44	A-50
S7DH	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 1914	7,26	7,26	A-50
S7ZH	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 1914	7,26	7,26	A-50
S8	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 959	1,75	3,49	
S9	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 405	0,73	1,46	
		<b>PERNOS</b>			
	14	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	2,24	
	12	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,05	
		<b>SUPERESTRUCTURA</b>		<b>251,90</b>	
Q4	2	Plancha Estructural 1/8" X 50 X 50	0,06	0,13	AGUJERO Ø11/16"
S50H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 3705	23,62	47,23	A-50
S51H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 3705	23,62	47,23	A-50
S54	6	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 730	1,63	9,78	
S55	6	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 916	2,05	12,29	
S56	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 730	1,63	3,26	
S57	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1015	2,27	4,54	
S57A	6	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1015	2,27	13,61	
S58	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1113	2,49	9,95	
S58A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1113	2,49	4,97	
S59	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 730	1,63	3,26	
S60	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 730	1,63	6,52	
S61	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1091	2,43	4,87	
S61A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1091	2,43	4,87	
S62	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 790	1,77	3,53	
S71	3	Plancha Estructural 1/4" X 125 X 115	0,75	2,26	
S72	1	Plancha Estructural 1/4" X 216 X 115	1,30	1,30	
S73	1	Plancha Estructural 1/4" X 217 X 180	2,04	2,04	
S73A	1	Plancha Estructural 1/4" X 217 X 115	1,30	1,30	
S74	3	Plancha Estructural 1/4" X 125 X 115	0,75	2,26	
S75	4	Plancha Estructural 1/4" X 180 X 125	1,17	4,68	
S76	6	Plancha Estructural 1/4" X 115 X 110	0,66	3,95	
S78	2	Plancha Estructural 1/4" X 216 X 180	2,03	4,05	
S79	1	Plancha Estructural 1/4" X 202 X 180	1,89	1,89	
S80D	2	Plancha Estructural 3/8" X 245 X 130	2,49	4,97	
S80Z	2	Plancha Estructural 3/8" X 245 X 130	2,49	4,97	
S81D	2	Plancha Estructural 3/8" X 280 X 131	2,86	5,73	
S81Z	2	Plancha Estructural 3/8" X 280 X 131	2,86	5,73	
S82	2	Plancha Estructural 3/16" X 138 X 123	0,66	1,32	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>PERNOS</b>			
	98	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	15,67	
	60	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	8,53	
	10	Escalln Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	5,23	
		<b>CUERPO COMUN TRAMO I</b>		<b>384,91</b>	
Q1	20	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	2,51	AGUJERO Ø 11/16"
S100EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2667.5	17,00	34,00	A-50
S101H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2667.5	17,00	34,00	A-50
S102EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 3885	24,77	49,53	A-50
S103H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 3885	24,77	49,53	A-50
S104H	8	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	13,29	A-50
S105	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1371	3,06	6,12	
S105A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1371	3,06	6,12	
S106	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1568	3,51	7,02	
S106A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1568	3,51	7,02	
S107	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1717	3,84	7,67	
S107A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1717	3,84	7,67	
S108	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1852	4,14	8,28	
S108A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1852	4,14	8,28	
S109	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1937	4,34	8,67	
S109A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1937	4,34	8,67	
S110	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 694	1,56	3,11	
S110A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 694	1,56	3,11	
S111	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1514	3,39	6,77	
S111A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1514	3,39	6,77	
S112	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1621	3,63	7,25	
S112A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1621	3,63	7,25	
S113	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1811	4,05	8,11	
S113A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1811	4,05	8,11	
S114	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1893	4,23	8,46	
S114A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1893	4,23	8,46	
S115	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1980	4,43	8,86	
S115A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1980	4,43	8,86	
S120	16	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	9,86	
S120A	2	Plancha Estructural 1/4" X 150 X 100	0,78	1,57	
		<b>PERNOS</b>			
	120	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	19,19	
	8	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	1,14	
	4	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,72	
	17	Escalln Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	8,88	
		<b>CUERPO COMUN TRAMO II</b>		<b>429,16</b>	
Q1	16	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	2,01	AGUJERO Ø 11/16"
S1	1	Plancha Estructural 1/8" X 450 X 450	5,28	5,28	
S150H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 5990	38,18	76,37	A-50
S151EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 5990	38,18	76,37	A-50
S152H	4	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	6,65	A-50
S153	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2178	4,87	9,74	
S153A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2178	4,87	9,74	
S154	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2278	5,09	10,18	
S154A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2278	5,09	10,18	
S155	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2381	5,33	10,66	
S155A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2381	5,33	10,66	
S156	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2488.5	5,57	11,14	
S156A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2488.5	5,57	11,14	
S157	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2078.5	4,65	9,30	
S157A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2078.5	4,65	9,30	
S158	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2227	4,98	9,97	
S158A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2227	4,98	9,97	
S159	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2329.5	5,21	10,43	
S159A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2329.5	5,21	10,43	
S160	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2434.5	5,44	10,89	
S160A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2434.5	5,44	10,89	
S161	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1153.5	2,58	5,16	
S161A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1153.5	2,58	5,16	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unid. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
S162	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2004	4,48	8,97	
S162A	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1902.3	4,89	4,89	
S163	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2004	4,48	8,97	
S164	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1413	3,16	12,62	
S165	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 690	1,25	5,02	
S166	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1082	1,96	3,93	
S180	8	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	4,93	
S181	2	Plancha Estructural 1/4" X 210 X 130	1,42	2,84	
S182	2	Plancha Estructural 1/4" X 233 X 201	2,43	4,87	
S2	1	Plancha Estructural 1/8" X 450 X 450	5,28	5,28	
		<b>PERNOS</b>			
	80	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	12,79	
	16	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	2,27	
	16	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,40	
	4	Perno 1/2 x 1+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,42	
	16	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	8,36	
		<b>EXTENSION S+0</b>		<b>313,67</b>	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	
Q2	4	Plancha Estructural 3/16" X 50 X 50	0,09	0,38	
S200H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2296	14,64	29,28	
S201EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2296	14,64	29,28	
S202H	4	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	6,65	
S203	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2598	5,81	11,62	
S203A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2598	5,81	11,62	
S204	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1240.5	2,77	5,54	
S204A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1240.5	2,77	5,54	
S205	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2247	5,03	20,11	
S206	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1269	2,84	11,37	
S207D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 659	1,47	5,89	
S207Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 659	1,47	5,89	
S208D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1045	2,34	9,36	
S208Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1045	2,34	9,36	
S209	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.5	2,74	5,48	
S209A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.5	2,74	5,48	
S210	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2654	5,94	11,87	
S210AB	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2654	5,94	11,87	
S211	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1230	2,75	10,99	
S212	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1552	3,47	13,88	
S213	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 763	1,39	5,56	
S214	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1190.5	2,16	4,33	
S215	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1493	2,72	21,74	
S230	8	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	4,93	
S231	2	Plancha Estructural 1/4" X 232 X 205	2,48	4,95	
S232	8	Plancha Estructural 1/4" X 189 X 141	1,39	11,12	
S233	2	Plancha Estructural 1/4" X 232 X 140	1,69	3,39	
S234	16	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	7,36	
		<b>PERNOS</b>			
	64	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	10,23	
	56	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	7,96	
	68	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	5,97	
	8	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	4,18	
		<b>EXTENSION S+3</b>		<b>526,44</b>	
Q1	12	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	1,50	
Q2	4	Plancha Estructural 3/16" X 50 X 50	0,09	0,38	
S200H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2296	14,64	29,28	
S201EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2296	14,64	29,28	
S203	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2598	5,81	11,62	
S203A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2598	5,81	11,62	
S209	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.5	2,74	5,48	
S209A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.5	2,74	5,48	
S210	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2654	5,94	11,87	
S210A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2654	5,94	11,87	
S250H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2996	19,10	38,21	
S251EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2996	19,10	38,21	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
S252H	8	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	13,29	
S254	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2710.5	6,06	12,12	
S254A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2710.5	6,06	12,12	
S255	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2825.5	6,32	12,64	
S255A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2825.5	6,32	12,64	
S256	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1346.5	3,01	6,02	
S256A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1346.5	3,01	6,02	
S257	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2522	5,64	22,57	
S258	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1269	2,84	11,37	
S259D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 686	1,54	6,14	
S259Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 686	1,54	6,14	
S260D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1045	2,34	9,36	
S260Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1045	2,34	9,36	
S263	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2768	6,19	12,37	
S263A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2768	6,19	12,37	
S264	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2884	6,45	12,90	
S264A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2884	6,45	12,90	
S265	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1230	2,75	10,99	
S266	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1747	3,91	15,63	
S267	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 860	1,57	6,27	
S268	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1328	2,41	4,83	
S269	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1615.5	2,94	23,49	
S280	16	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	9,86	
S281	2	Plancha Estructural 1/4" X 255 X 208	2,76	5,52	
S282	8	Plancha Estructural 1/4" X 190 X 152	1,50	12,04	
S283	2	Plancha Estructural 1/4" X 255 X 144	1,91	3,82	
S284	16	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	7,36	
		<b>PERNOS</b>			
	120	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	19,19	
	56	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	7,96	
	68	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	5,97	
	16	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	8,36	
		<b>EXTENSION S+6 TRAMO I</b>		<b>388,59</b>	
Q1	14	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	1,76	AGUJERO Ø 11/16"
S200H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2996	19,10	38,21	A-50
S201EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2996	19,10	38,21	A-50
S203	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2598	5,81	11,62	
S203A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2598	5,81	11,62	
S209	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.5	2,74	5,48	
S209A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.5	2,74	5,48	
S210	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2654	5,94	11,87	
S210A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2654	5,94	11,87	
S250H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2996	19,10	38,21	A-50
S251EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2996	19,10	38,21	A-50
S252H	8	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	13,29	A-50
S254	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2710.5	6,06	12,12	
S254A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2710.5	6,06	12,12	
S255	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2825.5	6,32	12,64	
S255A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2825.5	6,32	12,64	
S256B	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2942.5	6,58	13,17	
S256C	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2942.5	6,58	13,17	
S263	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2768	6,19	12,37	
S263A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2768	6,19	12,37	
S264	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2884	6,45	12,90	
S264A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2884	6,45	12,90	
S280	16	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	9,86	
		<b>PERNOS</b>			
	110	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	17,59	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	16	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	8,36	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>EXTENSION S+6 TRAMO II</b>		<b>376,52</b>	
Q1	6	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,75	
Q2	4	Plancha Estructural 3/16" X 50 X 50	0,09	0,38	
S252H	4	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	6,65	
S258	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1269	2,84	11,37	
S260D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1045	2,34	9,36	
S260Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1045	2,34	9,36	
S265	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1230	2,75	10,99	
S280	8	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	4,93	
S600H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2996	19,10	38,21	
S601EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2996	19,10	38,21	
S602	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3061	6,84	13,69	
S602A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3061	6,84	13,69	
S603	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1455.5	3,25	6,50	
S603A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1455.5	3,25	6,50	
S604D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 760	1,70	6,81	
S604Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 760	1,70	6,81	
S605	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3001	6,71	13,42	
S605A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3001	6,71	13,42	
S606	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3121	6,98	13,96	
S606A	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3121	6,98	13,96	
S607	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2798	6,26	25,04	
S608	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1669	3,03	24,24	
S609	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 957	1,75	6,98	
S610	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1942	4,35	17,39	
S611	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1466	3,28	6,56	
S650	2	Plancha Estructural 1/4" X 276 X 178	2,56	5,12	
S651	8	Plancha Estructural 1/4" X 194 X 166	1,68	13,46	
S652	2	Plancha Estructural 1/4" X 276 X 115	1,65	3,30	
S653	16	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	7,36	
		<b>Pernos</b>			
	66	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	10,55	
	52	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	7,39	
	68	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	5,97	
	8	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	4,18	
		<b>PATA -1</b>		<b>27,01</b>	
S351H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	1,66	A-50
S363	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
S364	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
S370	2	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	1,23	
S373	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
S380	2	Fe liso 1/2" X 184	0,19	0,38	
S381	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
S390H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 992	6,32	6,32	A-50
S391D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1392	3,11	3,11	
S391Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1392	3,11	3,11	
S392	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 694	1,26	2,53	
		<b>PERNOS</b>			
	12	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	1,92	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	6	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	0,53	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +0</b>		<b>49,00</b>	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"
S301H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	1,66	A-50
S309	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
S310	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
S320	2	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	1,23	
S322	3	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	1,38	
S323	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
S330H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 1994	12,71	12,71	A-50
S331D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2244	5,02	5,02	
S331Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2244	5,02	5,02	
S332D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1092	1,99	1,99	
S332Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1092	1,99	1,99	
S333	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 548	0,99	1,99	
S334	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1378	2,51	2,51	
S335	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 697	1,26	1,26	
S340	2	Plancha Estructural 1/4" X 270 X 50	0,70	1,40	
S345	2	Fe liso 1/2" X 184	0,19	0,38	
S346	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	12	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	1,92	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	17	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,49	
	2	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,36	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +1</b>		<b>66,36</b>	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"
S300H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 2996	19,10	19,10	A-50
S301H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	1,66	A-50
S302D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3175	7,10	7,10	
S302Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3175	7,10	7,10	
S303D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1171	2,13	2,13	
S303Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1171	2,13	2,13	
S304	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 707	1,29	2,57	
S305D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1085	1,98	1,98	
S305Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1085	1,98	1,98	
S306	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 376	0,68	1,36	
S307	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1742	3,17	3,17	
S308	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 682	1,24	1,24	
S309	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
S310	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
S320	2	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	1,23	
S321	2	Plancha Estructural 1/4" X 196 X 50	0,51	1,02	
S322	3	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	1,38	
S323	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
S345	2	Fe liso 1/2" X 184	0,19	0,38	
S346	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	12	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	1,92	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	21	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,84	
	2	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,36	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +2</b>		<b>90,91</b>	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø 11/16"
S350H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 3998	25,49	25,49	A-50
S351H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	1,66	A-50
S352D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4153	9,29	9,29	
S352Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4153	9,29	9,29	
S353D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1239.5	2,26	2,26	
S353Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1239.5	2,26	2,26	
S354	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 824.5	1,49	2,99	
S355D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1177	2,14	2,14	
S355Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1177	2,14	2,14	
S356D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 620	1,13	1,13	
S356Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 620	1,13	1,13	
S357D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1096.5	2,00	2,00	
S357Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1096.5	2,00	2,00	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
S358	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 415	0,75	1,50	
S359	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1784	3,24	3,24	
S360	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 934	1,70	1,70	
S361	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1652	3,00	3,00	
S362	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 522	0,95	0,95	
S363	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
S364	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
S370	2	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	1,23	
S371	2	Plancha Estructural 1/4" X 217 X 50	0,56	1,13	
S372	5	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	2,30	
S373	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
S380	2	Fe liso 1/2" X 184	0,19	0,38	
S381	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	12	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	1,92	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	31	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	2,72	
	2	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,36	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +3</b>		<b>114,37</b>	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	
S400H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 5000	31,87	31,87	A-50
S401H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 260	1,66	1,66	A-50
S402D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 5141.5	11,50	11,50	
S402Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 5141.5	11,50	11,50	
S403D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1270	2,31	2,31	
S403Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1270	2,31	2,31	
S404D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 872	1,59	1,59	
S404Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 872	1,59	1,59	
S405D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1227	2,23	2,23	
S405Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1227	2,23	2,23	
S406D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 720	1,31	1,31	
S406Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 720	1,31	1,31	
S407D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1153	2,10	2,10	
S407Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1153	2,10	2,10	
S408D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 568	1,03	1,03	
S408Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 568	1,03	1,03	
S409D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1097	2,00	2,00	
S409Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1097	2,00	2,00	
S410	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 415	0,75	1,50	
S411	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1790	3,25	3,25	
S412	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1038	1,89	1,89	
S413	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1779	3,24	3,24	
S414	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 715	1,30	1,30	
S415	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1142	2,08	2,08	
S416	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 516	0,94	0,94	
S417	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
S418	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
S425	2	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	1,23	
S426	2	Plancha Estructural 1/4" X 214 X 50	0,55	1,11	
S427	7	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	3,22	
S428	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
S430	2	Fe liso 1/2" X 184	0,19	0,38	
S431	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	12	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	1,92	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	41	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	3,60	
	2	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,36	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>PARRILLA</b>		<b>107,38</b>	
S501H	1	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 650	4,15	4,15	A-50
S502	1	L 3/16" x 2" x 2" X 1851	7,04	7,04	
S503	1	L 3/16" x 2" x 2" X 1886	7,18	7,18	
S504	1	L 3/16" x 2" x 2" X 1855	7,05	7,05	
S505	1	L 3/16" x 2" x 2" X 1820	6,92	6,92	
S506D	1	Plancha Estructural 3/16" X 1200 X 163	7,64	7,64	
S506Z	1	Plancha Estructural 3/16" X 1200 X 163	7,64	7,64	
S507	2	L 3/16" x 2" x 2" X 1100	4,18	8,36	
S508	8	L 3/16" x 2" x 2" X 1100	4,18	33,44	
S509	2	L 1/4" x 2" x 2" X 420	2,09	4,18	
S510	2	L 1/4" x 2" x 2" X 451	2,25	4,49	
S511	4	L 1/4" x 2" x 2" X 95	0,47	1,88	
S521	2	Plancha Estructural 1/4" X 170 X 50	0,44	0,88	
		<b>PERNOS</b>			
	24	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	3,84	
	14	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	1,99	
	8	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	0,70	

### Pesos de Torres Tipo "S"

Item	Tipo de Torre	Peso Sin Ext. de Patas
1	S-3	1 177,05
2	S+0	1 490,72
3	S+3	1 703,49
4	S+6	1 942,15
5	Pata S-1	27,01
6	Pata S+0	49,00
7	Pata S+1	66,36
8	Pata S+2	90,91
9	Pata S+3	114,37
10	Parrillas Tipo "S"	107,38

## LISTA DE COMPOSICION DE TORRE TIPO "A"

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>CASTILLETE</b>		<b>123,29</b>	
A20EH	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 3232.3	20,61	41,21	A-50
A20H	2	L 1/4" x 2-1/2" x 2-1/2" H X 3232.3	20,61	41,21	A-50
A21	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 987.4	1,80	7,19	
A22	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1130.6	2,06	8,23	
A23H	4	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1091.9	2,09	8,36	A-50
A25	2	Plancha Estructural 1/4" X 143 X 99	0,74	1,48	
A26	1	Plancha Estructural 1/4" X 414 X 142	3,06	3,06	
A27	1	Plancha Estructural 1/2" X 300 X 120	3,75	3,75	
		<b>PERNOS</b>			
	20	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	3,20	
	16	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,40	
	8	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	4,18	
		<b>BRAZO UNITARIO</b>		<b>54,38</b>	
A15D	1	Plancha Estructural 1/4" X 330 X 122	2,10	2,10	
A15Z	1	Plancha Estructural 1/4" X 330 X 122	2,10	2,10	
A16	1	Plancha Estructural 1/2" X 264 X 130	3,57	3,57	
A1H	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 2287	8,67	8,67	A-50
A2H	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 2287	8,67	8,67	A-50
A3DH	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 1964.4	7,45	7,45	A-50
A3ZH	1	L 3/16" x 2" x 2"H X 1964.4	7,45	7,45	A-50
A4H	2	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 992.8	1,90	3,80	A-50
A5	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 394	0,72	1,44	
A6	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 611.7	1,11	1,11	
A7	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1285.3	2,34	2,34	
A8	2	L 1/4" x 3" x 3" X 114	0,87	1,73	
		<b>PERNOS</b>			
	18	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	2,88	
	12	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,05	
		<b>SUPERESTRUCTURA</b>		<b>390,17</b>	
A50EH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 3785	28,83	57,66	A-50
A50H	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 3785	28,83	57,66	A-50
A51	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1160.8	2,59	20,73	
A51A	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1160.8	2,59	20,73	
A52	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1270.6	2,84	22,74	
A52A	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1270.6	2,84	22,74	
A53	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1160.8	2,59	10,37	
A53A	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1160.8	2,59	10,37	
A54	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 840.4	1,88	15,05	
A55	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 870	1,94	15,55	
A56	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1286	2,87	11,50	
A65D	2	Plancha Estructural 9.5 mm. X 248 X 153	2,96	5,91	
A65Z	2	Plancha Estructural 9.5 mm. X 248 X 153	2,96	5,91	
A66D	3	Plancha Estructural 1/4" X 302 X 190	2,99	8,97	
A66Z	3	Plancha Estructural 1/4" X 302 X 190	2,99	8,97	
A67	8	Plancha Estructural 1/4" X 176 X 140	1,29	10,28	
A68	10	Plancha Estructural 1/4" X 190 X 155	1,54	15,36	
A69D	2	Plancha Estructural 9.5 mm. X 285 X 207	4,60	9,20	
A69Z	2	Plancha Estructural 9.5 mm. X 285 X 207	4,60	9,20	
A70	2	Plancha Estructural 1/4" X 135 X 100	0,70	1,40	
A71	8	Plancha Estructural 1/4" X 307 X 50	0,80	6,44	
A73	2	Plancha Estructural 1/8" X 140 X 50	0,18	0,36	
Q1	10	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	1,25	AGUJERO Ø 11/16"
Q3	12	Plancha Estructural 9.5 mm. X 50 X 50	0,20	2,38	AGUJERO Ø 11/16"
		<b>PERNOS</b>			
	142	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	22,70	
	76	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	10,80	
	4	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,72	
	10	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	5,23	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>CUERPO COMUN TRAMO I</b>		<b>466,86</b>	
A100EH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 2645	20,15	40,30	A-50
A101H	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 2645	20,15	40,30	A-50
A102EH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 4247	32,35	64,71	A-50
A103H	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 4247	32,35	64,71	A-50
A104H	8	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	15,88	A-50
A105	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1086.5	2,43	9,74	
A106	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1613.5	3,61	14,42	
A107	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1980.8	4,43	17,72	
A108	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2147.5	4,81	19,23	
A109	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2375	5,31	21,23	
A110	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2615.3	5,85	23,41	
A111	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1358.6	3,04	12,16	
A112	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1902	4,25	17,01	
A113	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2062.6	4,61	18,43	
A114	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2234.7	5,00	19,98	
A115	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2515	5,62	22,49	
A120	16	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	9,86	
A120A	2	Plancha Estructural 1/4" X 155 X 100	0,80	1,61	
Q1	22	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	2,76	AGUJERO Ø 11/16"
		<b>PERNOS</b>			
	130	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	20,79	
	4	Perno 5/8 x 2 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,18	0,72	
	18	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	9,41	
		<b>CUERPO COMUN TRAMO II</b>		<b>526,11</b>	
A1	1	Plancha Estructural 1/8" X 450 X 450	5,28	5,28	AGUJERO Ø 11/16"
A150H	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 5690	43,35	86,69	A-50
A151EH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 5690	43,35	86,69	A-50
A152H	4	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	7,94	A-50
A153	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2717.7	6,08	24,33	
A154	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2928	6,55	26,21	
A155	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3144.3	7,03	28,13	
A156	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2425.6	5,42	21,69	
A157	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 834.7	1,87	3,74	
A157X	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 834.7	1,87	3,74	
A158	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1319	2,95	11,79	
A159	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2822	6,31	25,25	
A160	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3035.5	6,79	27,17	
A161	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3397.3	7,60	30,39	
A162	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1732.4	3,88	15,51	
A163	4	L 1/8" x 2" x 2" X 3212.8	8,26	33,02	
A164	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1106.4	2,48	9,91	
A165	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1673	3,74	7,48	
A166	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2254.8	5,05	20,19	
A170	8	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	4,93	
A170A	2	Plancha Estructural 1/4" X 155 X 100	0,80	1,61	
A171	2	Plancha Estructural 1/4" X 265 X 180	2,49	4,97	
A172	2	Plancha Estructural 1/4" X 250 X 182	2,37	4,74	
A2	1	Plancha Estructural 1/8" X 600 X 400	6,25	6,25	AGUJERO Ø 11/16"
Q1	12	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	1,50	AGUJERO Ø 11/16"
		<b>PERNOS</b>			
	72	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	11,51	
	32	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	4,55	
	24	Perno 1/2 x 1 1/2 +T+A.P+A. PR.	0,09	2,11	
	4	Perno 1/2 x 1 +T+A.P.+A.PR.	0,10	0,42	
	16	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	8,36	
		<b>EXTENSION A+0</b>		<b>510,72</b>	
A200H	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 3011	22,94	45,88	A-50
A201EH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 3011	22,94	45,88	A-50
A202H	4	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	7,94	A-50
A203D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2637.1	5,89	23,58	
A203Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2637.1	5,89	23,58	
A204D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1224.2	2,23	8,90	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
A204Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1224.2	2,23	8,90	
A205	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 843.5	1,89	15,13	
A206	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3367	7,53	30,14	
A207	8	L 1/8" x 2" x 2" X 1853	4,77	38,12	
A208D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631	3,65	14,59	
A208Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631	3,65	14,59	
A209D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 956	2,14	8,57	
A209Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 956	2,14	8,57	
A210	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1404	3,14	25,08	
A211	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2255	5,05	20,19	
A212H	4	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1952.3	4,37	17,47	A-50
A213H	4	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1141.7	2,18	8,74	A-50
A214	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1988	4,44	17,77	
A215	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1988	4,44	17,77	
A216	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 765.2	1,39	5,56	
A217	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 453.8	0,83	6,60	
A218H	4	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1273	2,84	11,37	A-50
A231	8	Plancha Estructural 1/4" X 190 X 141	1,40	11,20	
A232	4	Plancha Estructural 1/4" X 190 X 112	1,11	4,43	
A233	8	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	4,93	
A234	8	Plancha Estructural 1/4" X 176 X 172	1,58	12,62	
A235	28	Plancha Estructural 3/16" X 115 X 104	0,47	13,17	
A236	2	Plancha Estructural 1/4" X 135 X 130	0,91	1,82	
A237	2	Plancha Estructural 1/4" X 138 X 135	0,97	1,94	
		<b>PERNOS</b>			
	60	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	9,59	
	60	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	8,53	
	144	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	12,64	
	6	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	1,08	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	7	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	3,66	
		<b>EXTENSION A+3</b>		<b>786,42</b>	
A170A	2	Plancha Estructural 1/4" X 155 X 100	0,80	1,61	
A250AH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 2880	21,95	43,89	A-50
A250BH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 3141.7	23,93	47,86	A-50
A251AEH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 2880	21,95	43,89	A-50
A251BEH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 3141.7	23,93	47,86	A-50
A252H	8	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	15,88	A-50
A253D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498	7,83	31,31	
A253Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498	7,83	31,31	
A254D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1395.1	3,12	12,50	
A254Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1395.1	3,12	12,50	
A255D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1098.3	2,00	7,98	
A255Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1098.3	2,00	7,98	
A256D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141.2	2,08	8,32	
A256Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141.2	2,08	8,32	
A257	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 571	1,03	8,28	
A258D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2679	5,99	23,95	
A258Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2679	5,99	23,95	
A259D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1043.9	1,90	7,61	
A259Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1043.9	1,90	7,61	
A260D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1469.5	3,28	13,13	
A260Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1469.5	3,28	13,13	
A261	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4048	9,05	36,20	
A262	8	L 1/8" x 2" x 2" X 1853	4,77	38,12	
A263D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631.4	3,65	14,59	
A263Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631.4	3,65	14,59	
A264D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1014	2,27	9,07	
A264Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1014	2,27	9,07	
A265	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2307	5,16	20,65	
A266H	8	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1565	3,50	28,01	A-50
A267H	4	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 2217	4,95	19,81	A-50
A268	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1115.3	2,50	9,99	
A269	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2261	5,06	20,23	
A270	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2261	5,06	20,23	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
A271	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 935	1,70	6,81	
A272	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 511.4	0,93	7,44	
A273H	4	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1436	3,21	12,83	A-50
A280	16	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	9,86	
A282A	4	Plancha Estructural 1/4" X 198 X 190	1,96	7,86	
A283	8	Plancha Estructural 1/4" X 187 X 174	1,69	13,54	
A284	28	Plancha Estructural 3/16" X 115 X 104	0,63	17,56	
A285	2	Plancha Estructural 1/4" X 135 X 120	0,85	1,69	
A286	2	Plancha Estructural 1/4" X 137 X 135	0,96	1,92	
		<b>PERNOS</b>			
	82	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	13,11	
	60	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	8,53	
	184	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	16,15	
	8	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	1,44	
	4	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,42	
	15	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	7,84	
		<b>EXTENSION A+6 TRAMO I</b>		<b>535,99</b>	
A250H	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 5950	45,33	90,66	A-50
A251EH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 5950	45,33	90,66	A-50
A252H	4	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	7,94	A-50
A253D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498	7,83	31,31	
A253Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498	7,83	31,31	
A254D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1395	3,12	12,50	
A254Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1395	3,12	12,50	
A255D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1098	2,00	7,98	
A255Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1098	2,00	7,98	
A256D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141	2,08	8,32	
A256Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141	2,08	8,32	
A257	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 571	1,03	8,28	
A258D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2679	5,99	23,95	
A258Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2679	5,99	23,95	
A259D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1043	1,89	7,57	
A259Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1043	1,89	7,57	
A260D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1469.6	3,28	13,13	
A260Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1469.6	3,28	13,13	
A261	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4048	9,05	36,20	
A267H	4	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 2217	4,95	19,81	A-50
A268	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1115.3	2,50	9,99	
A280	8	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	4,93	
A282	4	Plancha Estructural 1/4" X 196 X 190	1,94	7,77	
A284	12	Plancha Estructural 3/16" X 115 X 104	0,63	7,52	
A285	2	Plancha Estructural 1/4" X 135 X 120	0,85	1,69	
A286	2	Plancha Estructural 1/4" X 137 X 135	0,96	1,92	
		<b>PERNOS</b>			
	64	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	10,23	
	60	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	8,53	
	184	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	16,15	
	8	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	4,18	
		<b>EXTENSION A+6 TRAMO II</b>		<b>644,05</b>	
A252H	4	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	7,94	A-50
A262	8	L 1/8" x 2" x 2" X 1853	4,77	38,12	
A263D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631	3,65	14,59	
A263Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631	3,65	14,59	
A280	8	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	4,93	
A284	32	Plancha Estructural 3/16" X 115 X 104	0,47	15,05	
A500H	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 3092.8	23,56	47,13	A-50
A501D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3708.5	8,30	33,19	
A501EH	2	L 1/4" x 3" x 3" H X 3092.8	23,56	47,13	A-50
A501Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3708.5	8,30	33,19	
A502D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1078	1,96	7,86	
A502Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1078	1,96	7,86	
A503D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1520.5	3,40	13,59	
A503Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1520.5	3,40	13,59	
A504X	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1376.5	3,08	24,66	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
A505D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1204.5	2,19	8,78	
A505Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1204.5	2,19	8,78	
A506	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 710.5	1,30	10,37	
A507X	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4367	9,77	39,08	
A508D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1156.4	2,58	10,32	
A508Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1156.4	2,58	10,32	
A509X	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1010	1,84	7,36	
A511X	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2556	5,72	22,86	
A512	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2556	5,72	22,86	
A513H	4	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1623	3,63	14,50	A-50
A514	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 561.6	1,02	8,19	
A515	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2599.9	5,81	46,48	
A516H	8	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1727.4	3,87	30,93	A-50
A517	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2367.2	5,30	21,19	
A530	8	Plancha Estructural 1/4" X 190 X 140	1,39	11,12	
A531	4	Plancha Estructural 1/4" X 190 X 115	1,14	4,56	
A532	8	Plancha Estructural 1/4" X 197 X 174	1,79	14,30	
		<b>PERNOS</b>			
	40	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	6,40	
	34	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	4,83	
	96	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	8,43	
	4	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,72	
	4	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,42	
	15	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	7,84	
		<b>PATA -1</b>		<b>31,32</b>	
A351H	1	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	1,99	A-50
A363	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
A364	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
A370	2	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	1,23	
A373	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
A380	2	Fe liso 1/2" X 197	0,20	0,40	
A381	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
A390H	1	L 1/4" x 3" x 3" H X 964.9	7,35	7,35	A-50
A391D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1868.5	4,18	4,18	
A391Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1868.5	4,18	4,18	
A392	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 918	1,67	3,34	
		<b>PERNOS</b>			
	12	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	1,92	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	6	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	0,53	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +0</b>		<b>58,58</b>	
A301H	1	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	1,99	A-50
A309	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
A310	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
A320	2	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	1,23	
A322	3	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	1,38	
A323	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
A330H	1	L 1/4" x 3" x 3" H X 1971.9	15,03	15,03	A-50
A331D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2637	5,89	5,89	
A331Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2637	5,89	5,89	
A332D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1232	2,24	2,24	
A332Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1232	2,24	2,24	
A333	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 844	1,54	3,07	
A334H	1	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1957	4,38	4,38	A-50
A335H	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1138	2,17	2,17	A-50
A340	2	Plancha Estructural 1/4" X 420 X 50	1,10	2,19	
A345	2	Fe liso 1/2" X 197	0,20	0,40	
A346	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"
		<b>PERNOS</b>			
	12	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	1,92	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	17	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,49	
	2	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,36	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>PATA +1</b>		<b>78,55</b>	
A300H	1	L 1/4" x 3" x 3" H X 2978.8	22,70	22,70	
A301H	1	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	1,99	
A302D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498.2	7,83	7,83	
A302Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498.2	7,83	7,83	
A303D	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1401	2,68	2,68	A-50
A303Z	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1401	2,68	2,68	A-50
A304DH	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1098	2,10	2,10	A-50
A304ZH	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1098	2,10	2,10	A-50
A305D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141	2,08	2,08	
A305Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141	2,08	2,08	
A306	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 571	1,03	2,07	
A307H	1	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 2243	5,02	5,02	A-50
A308H	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1117	2,13	2,13	A-50
A309	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
A310	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
A320	2	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	1,23	
A321	2	Plancha Estructural 1/4" X 299 X 50	0,78	1,57	
A322	3	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	1,38	
A323	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
A345	2	Fe liso 1/2" X 197	0,20	0,40	
A346	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"
		<b>PERNOS</b>			
	12	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	1,92	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	21	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,84	
	2	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,36	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2		0,00	
		<b>PATA +2</b>		<b>109,70</b>	
A350H	1	L 1/4" x 3" x 3" H X 3985.9	30,37	30,37	A-50
A351H	1	L 1/4" x 3" x 3" H X 260	1,99	1,99	A-50
A352D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4422.1	9,89	9,89	
A352Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4422.1	9,89	9,89	
A353D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1494	3,34	3,34	
A353Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1494	3,34	3,34	
A354D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.6	2,74	2,74	
A354Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.6	2,74	2,74	
A355D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1269.1	2,31	2,31	
A355Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1269.1	2,31	2,31	
A356D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 830.4	1,50	1,50	
A356Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 830.4	1,50	1,50	
A357D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1094.2	1,99	1,99	
A357Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1094.2	1,99	1,99	
A358D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 437.2	0,79	0,79	
A358Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 437.2	0,79	0,79	
A359	1	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2306.1	7,62	7,62	
A360H	1	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1384.1	3,09	3,09	A-50
A361H	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1902.8	3,64	3,64	A-50
A362	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 550	1,00	1,00	
A363	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
A364	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
A370	2	Plancha Estructural 1/4" X 235 X 50	0,62	1,23	
A371	2	Plancha Estructural 1/4" X 238 X 50	0,62	1,23	
A372	5	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	2,30	
A373	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
A380	2	Fe liso 1/2" X 197	0,20	0,40	
A381	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>PERNOS</b>			
	12	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	1,92	
	4	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,57	
	31	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	2,72	
	2	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	0,36	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PARRILLA</b>		<b>123,33</b>	
A501H	1	L 1/4" x 3" x 3" H X 700	5,33	5,33	
A502	1	L 3/16" x 2" x 2" X 2162	8,22	8,22	
A503	1	L 3/16" x 2" x 2" X 2229	8,47	8,47	
A504	1	L 3/16" x 2" x 2" X 2170	8,26	8,26	
A505	1	L 3/16" x 2" x 2" X 2102	7,99	7,99	
A506D	1	Plancha Estructural 3/16" X 1300 X 163	8,28	8,28	
A506Z	1	Plancha Estructural 3/16" X 1300 X 163	8,28	8,28	
A507	2	L 3/16" x 2" x 2" X 1200	4,57	9,13	
A508	9	L 3/16" x 2" x 2" X 1200	4,57	41,10	
A509	2	L 1/4" x 2" x 2" X 451	2,25	4,49	
A510	2	L 1/4" x 2" x 2" X 478	2,38	4,77	
A511	4	L 1/4" x 2" x 2" X 95	0,47	1,88	
A521	2	Plancha Estructural 1/4" X 170 X 50	0,44	0,88	
		<b>PERNOS</b>			
	24	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	3,84	
	12	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	1,71	
	8	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	0,70	

Item	Tipo de Torre	Peso Sin Ext. de Patas
1	A-3	2 595,70
2	A+0	3 226,59
3	A+3	3 668,49
4	Pata A-1	47,02
5	Pata A+0	83,65
6	Pata A+1	115,92
7	Pata A+2	155,12
8	Parrillas Tipo "A"	335,46



## LISTA DE COMPOSICION DE TORRE TIPO "T"

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>CASTILLETE</b>		<b>139,20</b>	
T20E	2	L 1/4" x 3" x 3" X 3232	24,69	49,39	
T20	2	L 1/4" x 3" x 3" X 3232	24,69	49,39	
T23	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1091.9	1,99	7,94	
T22	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1130.6	2,06	8,23	
T21	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 987.4	1,80	7,19	
T27	1	Plancha Estructural 1/2" X 300 X 120	3,75	3,75	
T25	2	Plancha Estructural 1/4" X 142 X 99	0,73	1,46	
T26	1	Plancha Estructural 1/4" X 414 X 142	3,06	3,06	
		<b>PERNOS</b>			
	20	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	3,20	
	16	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,40	
	8	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	4,18	
		<b>BRAZO SUPERIOR</b>		<b>86,39</b>	
Q3	2	Plancha Estructural 3/8" X 50 X 50	0,20	0,40	AGUJERO Ø11/16
T14	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1444	2,62	2,62	
T14A	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1444	2,62	2,62	
T15	2	Plancha Estructural 1/4" X 307 X 123	1,96	3,93	
T16	2	Plancha Estructural 3/8" X 172 X 151	2,03	4,05	
T17	2	Plancha Estructural 3/8" X 199 X 117	1,82	3,64	
T18	2	Plancha Estructural 3/8" X 130 X 111	1,13	2,26	
T19D	1	L 3/16" x 2" x 2" X 165	0,63	0,63	
T19Z	1	L 3/16" x 2" x 2" X 165	0,63	0,63	
T1D	1	L 3/16" x 2 1/2" x 2 1/2" X 2209	10,58	10,58	
T1Z	1	L 3/16" x 2 1/2" x 2 1/2" X 2209	10,58	10,58	
T3D	1	L 3/16" x 2 1/2" x 2 1/2" X 1917.3	9,18	9,18	
T3Z	1	L 3/16" x 2 1/2" x 2 1/2" X 1917.3	9,18	9,18	
T4	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 988.8	1,80	3,59	
T5	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 383.6	0,70	1,40	
T6	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1079	2,41	4,83	
T7	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1245	2,78	5,56	
T8	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 644	1,44	1,44	
T9	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 657	1,47	1,47	
		<b>PERNOS</b>			
	40	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	6,40	
	2	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,28	
	13	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,14	
		<b>BRAZO INFERIOR</b>		<b>126,74</b>	
Q3	2	Plancha Estructural 3/8" X 50 X 50	0,20	0,40	
T19D	1	L 3/16" x 2" x 2" X 165	0,63	0,63	
T19Z	1	L 3/16" x 2" x 2" X 165	0,63	0,63	
T700D	1	L 1/4" x 3" x 3" X 2952	22,55	22,55	
T700Z	1	L 1/4" x 3" x 3" X 2952	22,55	22,55	
T701	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1272	2,84	2,84	
T701A	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1272	2,84	2,84	
T702	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1481	3,31	3,31	
T702A	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1481	3,31	3,31	
T703	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 646	1,44	1,44	
T704	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 654	1,46	1,46	
T705D	1	L 3/16" x 2 1/2" x 2 1/2" X 2499	11,97	11,97	
T705Z	1	L 3/16" x 2 1/2" x 2 1/2" X 2499	11,97	11,97	
T706	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 394	0,72	1,44	
T707	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1281	2,33	4,66	
T708	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1570	2,85	2,85	
T708A	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1570	2,85	2,85	
T720	2	Plancha Estructural 3/8" X 133 X 127	1,32	2,63	
T721	2	Plancha Estructural 3/8" X 309 X 125	3,02	6,04	
T722	2	Plancha Estructural 3/8" X 205 X 200	3,21	6,42	
T723	2	Plancha Estructural 1/4" X 436 X 135	3,06	6,12	
		<b>PERNOS</b>			
	40	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	6,40	
	2	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,28	
	13	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,14	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
<b>SUPERESTRUCTURA</b>				<b>667,70</b>	
Q1	2	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,25	AGUJERO Ø11/16"
Q3	52	Plancha Estructural 3/8" X 50 X 50	0,20	10,32	AGUJERO Ø11/16"
Q4	8	Plancha Estructural 1/8" X 50 X 50	0,06	0,50	AGUJERO Ø11/16"
Q5	40	Plancha Estructural 5/16" X 50 X 50	0,17	6,69	AGUJERO Ø11/16"
T50	2	L 3/8" x 4" x 4" X 3785	57,83	115,66	
T50E	2	L 3/8" x 4" x 4" X 3785	57,83	115,66	
T51	8	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1160.8	3,84	30,68	
T51A	8	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1160.8	3,84	30,68	
T52	8	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1270	4,19	33,52	
T52A	8	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1270	4,19	33,52	
T53	4	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1160.8	3,84	15,34	
T53A	4	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1160.8	3,84	15,34	
T54	4	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" X 840	2,77	11,08	
T55	8	L 3/16" x 2 1/2" x 2 1/2" X 870	4,16	33,27	
T56	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1286	2,87	11,50	
T58H	4	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" H X 840	2,77	11,08	A-50
T65D	2	Plancha Estructural 3/8" X 335 X 201	5,26	10,51	
T65Z	2	Plancha Estructural 3/8" X 335 X 201	5,26	10,51	
T66D	2	Plancha Estructural 1/4" X 354 X 190	3,50	7,00	
T66Z	2	Plancha Estructural 1/4" X 354 X 190	3,50	7,00	
T67	8	Plancha Estructural 1/4" X 246 X 190	2,43	19,48	
T68	6	Plancha Estructural 1/4" X 190 X 155	1,15	6,90	
T69D	2	Plancha Estructural 3/8" X 385 X 211	6,34	12,69	
T69Z	2	Plancha Estructural 3/8" X 385 X 211	6,34	12,69	
T70	2	Plancha Estructural 1/4" X 135 X 100	0,70	1,40	
T71	8	Plancha Estructural 1/4" X 238 X 50	0,62	4,93	
T73	2	Plancha Estructural 1/8" X 140 X 50	0,18	0,36	
T74	16	Plancha Estructural 1/4" X 165 X 132	1,14	18,22	
T75D	1	Plancha Estructural 1/4" X 316 X 190	3,12	3,12	
T75Z	1	Plancha Estructural 1/4" X 316 X 190	3,12	3,12	
T76	4	Plancha Estructural 1/4" X 205 X 190	2,03	8,11	
<b>PERNOS</b>					
	284	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	45,41	
	24	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	3,41	
	58	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	10,42	
	14	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	7,32	
<b>CUERPO COMUN I</b>				<b>719,50</b>	
Q3	34	Plancha Estructural 3/8" X 50 X 50	0,20	6,75	AGUJERO Ø11/16"
T100E	2	L 3/8" x 4" x 4" X 2659.8	40,64	81,28	
T101	2	L 3/8" x 4" x 4" X 2659.8	40,64	81,28	
T102E	2	L 3/8" x 4" x 4" X 4200	64,16	128,33	
T103	2	L 3/8" x 4" x 4" X 4200	64,16	128,33	
T104	8	L 3/8" x 4" x 4" X 360	5,50	43,97	
T105	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1086.4	2,42	9,70	
T106	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1613.4	3,61	14,42	
T107	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1980.8	4,43	17,72	
T108	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2147.4	4,81	19,23	
T109	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2374.8	5,31	21,23	
T110	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2615.3	5,85	23,41	
T111	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1358.7	3,04	12,16	
T112	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1902.1	4,25	17,01	
T113	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2062.7	4,61	18,43	
T114	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2234.7	5,00	19,98	
T115	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2515	5,62	22,49	
T120	16	Plancha Estructural 1/4" X 335 X 50	0,87	13,88	
T120B	2	Plancha Estructural 1/4" X 180 X 100	0,94	1,88	
<b>PERNOS</b>					
	62	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	9,91	
	104	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	18,69	
	18	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	9,41	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>CUERPO COMUN II</b>		<b>707,91</b>	
Q3	12	Plancha Estructural 3/8" X 50 X 50	0,20	2,38	AGUJERO Ø11/16"
Q4	4	Plancha Estructural 1/8" X 50 X 50	0,06	0,25	AGUJERO Ø11/16"
T150	2	L 3/8" x 4" x 4" X 5690	86,93	173,87	
T151E	2	L 3/8" x 4" x 4" X 5690	86,93	173,87	
T152	4	L 3/8" x 4" x 4" X 360	5,50	21,99	
T153	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2717.7	6,08	24,33	
T154	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2928	6,55	26,21	
T155	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3144.3	7,03	28,13	
T156	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2425.6	5,42	21,69	
T157	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 834.7	1,87	3,74	
T157X	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 834.7	1,87	3,74	
T158	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1319.1	2,95	11,79	
T159	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2822	6,31	25,25	
T160	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3035.5	6,79	27,17	
T161	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3397.3	7,60	30,39	
T162	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1732.4	3,88	15,51	
T163	4	L 1/8" x 2" x 2" X 3212.8	8,26	33,02	
T164	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1106.4	2,48	9,91	
T165	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1670	3,73	7,46	
T166	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2250.4	5,04	20,15	
T170	8	Plancha Estructural 1/4" X 335 X 50	0,87	6,94	
T171	2	Plancha Estructural 1/4" X 265 X 180	2,49	4,97	
T172	2	Plancha Estructural 1/4" X 265 X 182	2,51	5,02	
		<b>PERNOS</b>			
	52	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	8,31	
	20	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	2,84	
	24	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	2,11	
	48	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	8,63	
	4	Perno 1/2 x 1+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,42	
	15	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	7,84	
		<b>EXTENSION +0</b>		<b>597,24</b>	
T200	2	L 3/8" x 4" x 4" X 3010.7	46,00	92,00	
T201E	2	L 3/8" x 4" x 4" X 3010.7	46,00	92,00	
T202	4	L 3/8" x 4" x 4" X 360	5,50	21,99	
T203D	4	L 1/8" x 2" x 2" X 2637	6,78	27,13	
T203Z	4	L 1/8" x 2" x 2" X 2637	6,78	27,13	
T204D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1224.2	2,23	8,90	
T204Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1224.2	2,23	8,90	
T205	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 843.5	1,89	15,13	
T206	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3366.8	7,52	30,10	
T207	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1853	4,15	33,19	
T208D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631.4	3,65	14,59	
T208Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631.4	3,65	14,59	
T209D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 955.6	2,13	8,53	
T209Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 955.6	2,13	8,53	
T210	8	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1402.2	3,14	25,08	
T211	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2249.2	5,03	20,11	
T214	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1990.2	4,45	17,81	
T215	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1990.2	4,45	17,81	
T216	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 765.5	1,39	5,56	
T217	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 453.9	0,83	6,60	
T218H	4	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1273.9	2,85	11,41	A-50
T231	8	Plancha Estructural 1/4" X 190 X 141	1,40	11,20	
T232	4	Plancha Estructural 1/4" X 190 X 112	1,11	4,43	
T233	8	Plancha Estructural 1/4" X 335 X 50	0,87	6,94	
T234	8	Plancha Estructural 1/4" X 176 X 172	1,58	12,62	
T235	16	Plancha Estructural 3/16" X 115 X 104	0,47	7,52	
T236	2	Plancha Estructural 1/4" X 135 X 130	0,91	1,82	
T237	2	Plancha Estructural 1/4" X 137 X 135	0,96	1,92	
T281	4	Plancha Estructural 1/4" X 180 X 170	1,60	6,40	
		<b>PERNOS</b>			
	42	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	6,72	
	52	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	7,39	
	112	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	9,83	
	50	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	8,99	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	8	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	4,18	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>EXTENSION +3</b>		<b>1 006,58</b>	
T250	2	L 3/8" x 4" x 4" X 2879.9	43,99	87,99	
T250B	2	L 3/8" x 4" x 4" X 3141.5	48,00	95,99	
T251CE	2	L 3/8" x 4" x 4" X 3141.5	48,00	95,99	
T251E	2	L 3/8" x 4" x 4" X 2879.9	43,99	87,99	
T252	8	L 3/8" x 4" x 4" X 360	5,50	43,97	
T253D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498.2	7,83	31,31	
T253Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498.2	7,83	31,31	
T254D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1395.1	3,12	12,50	
T254Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1395.1	3,12	12,50	
T255D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1098.3	2,00	7,98	
T255Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1098.3	2,00	7,98	
T256D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141.2	2,08	8,32	
T256Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141.2	2,08	8,32	
T257	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 571.1	1,03	8,28	
T258D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2679	5,99	23,95	
T258Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2679	5,99	23,95	
T259D	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1043.5	1,90	7,61	
T259Z	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1043.5	1,90	7,61	
T260D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1469.5	3,28	13,13	
T260Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1469.5	3,28	13,13	
T261	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4048	9,05	36,20	
T262	8	L 1/8" x 2" x 2" X 1853	4,77	38,12	
T263D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631.4	3,65	14,59	
T263Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1631.4	3,65	14,59	
T264D	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1014.3	2,27	9,07	
T264Z	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1014.3	2,27	9,07	
T265	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2302.2	5,15	20,61	
T266H	8	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1563	3,49	27,92	A-50
T267H	4	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 2214	4,95	19,81	A-50
T268	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1110.9	2,49	9,95	
T269	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2256.9	5,05	20,19	
T270	4	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2256.9	5,05	20,19	
T271	4	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 934.7	1,70	6,81	
T272	8	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 511.4	0,93	7,44	
T273H	4	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1433.9	3,21	12,83	A-50
T280	16	Plancha Estructural 1/4" X 335 X 50	0,87	13,88	
T280B	2	Plancha Estructural 1/4" X 180 X 100	0,94	1,88	
T281	4	Plancha Estructural 1/4" X 180 X 170	1,60	6,40	
T282	4	Plancha Estructural 1/4" X 197 X 190	1,95	7,82	
T283	4	Plancha Estructural 1/4" X 187 X 174	1,69	6,77	
T284	28	Plancha Estructural 3/16" X 115 X 104	0,47	13,17	
T285	2	Plancha Estructural 1/4" X 135 X 120	0,85	1,69	
T286	2	Plancha Estructural 1/4" X 137 X 135	0,96	1,92	
		<b>PERNOS</b>			
	34	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	5,44	
	52	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	7,39	
	180	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	15,80	
	98	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	17,61	
	12	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	1,25	
	16	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	8,36	
		<b>PATA -1</b>		<b>44,84</b>	
T351	1	L 3/8" x 4" x 4" X 360	5,50	5,50	
T363	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
T364	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
T370	2	Plancha Estructural 1/4" X 335 X 50	0,87	1,73	
T373	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
T380	2	Fe liso 1/2" X 303	0,31	0,63	
T381	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
T390	1	L 3/8" x 4" x 4" X 997	15,24	15,24	
T391D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1868.5	4,18	4,18	
T391Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1868.5	4,18	4,18	
T392	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 917.9	1,67	3,34	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>PERNOS</b>			
	4	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	0,64	
	6	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	0,53	
	18	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	3,24	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +0</b>		<b>79,57</b>	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"
T301	1	L 3/8" x 4" x 4" X 360	5,50	5,50	
T309	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
T310	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
T320	2	Plancha Estructural 1/4" X 335 X 50	0,87	1,73	
T322	3	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	1,38	
T323	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
T330	1	L 3/8" x 4" x 4" X 2004	30,62	30,62	
T331D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2637	5,89	5,89	
T331Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2637	5,89	5,89	
T332D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1231.6	2,24	2,24	
T332Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1231.6	2,24	2,24	
T333	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 843.5	1,54	3,07	
T334H	1	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1953.1	4,37	4,37	A-50
T335H	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1133.9	2,17	2,17	A-50
T340	2	Plancha Estructural 1/4" X 420 X 50	1,10	2,19	
T345	2	Fe liso 1/2" X 197	0,20	0,40	
T346	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	4	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	0,64	
	17	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,49	
	20	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	3,59	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +1</b>		<b>107,40</b>	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"
T300	1	L 3/8" x 4" x 4" X 3010.7	46,00	46,00	
T301	1	L 3/8" x 4" x 4" X 360	5,50	5,50	
T302D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498.2	7,83	7,83	
T302Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 3498.2	7,83	7,83	
T303DH	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1401	2,68	2,68	A-50
T303ZH	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1401	2,68	2,68	A-50
T304DH	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1098	2,10	2,10	A-50
T304ZH	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1098	2,10	2,10	A-50
T305D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141	2,08	2,08	
T305Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1141	2,08	2,08	
T306	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 571	1,03	2,07	
T307H	1	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 2239.7	5,01	5,01	A-50
T308H	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1112.2	2,13	2,13	A-50
T309	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
T310	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
T320	2	Plancha Estructural 1/4" X 335 X 50	0,87	1,73	
T321	2	Plancha Estructural 1/4" X 299 X 50	0,78	1,57	
T322	3	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	1,38	
T323	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
T345	2	Fe liso 1/2" X 197	0,20	0,40	
T346	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	4	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	0,64	
	19	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,67	
	20	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	3,59	
	4	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,42	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>PATA +2</b>		<b>146,38</b>	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"
T350	1	L 3/8" x 4" x 4" X 4018	61,38	61,38	
T351	1	L 3/8" x 4" x 4" X 360	5,50	5,50	
T352D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4422	9,89	9,89	
T352Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 4422	9,89	9,89	
T353D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1494.1	3,34	3,34	
T353Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1494.1	3,34	3,34	
T354D	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.6	2,74	2,74	
T354Z	1	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 1223.6	2,74	2,74	
T355D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1269.2	2,31	2,31	
T355Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1269.2	2,31	2,31	
T356D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 830.4	1,50	1,50	
T356Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 830.4	1,50	1,50	
T357D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1094.2	1,99	1,99	
T357Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1094.2	1,99	1,99	
T358D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 437.2	0,79	0,79	
T358Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 437.2	0,79	0,79	
T359	1	L 3/16" x 1 3/4" x 1 3/4" X 2302.8	7,61	7,61	
T360H	1	L 1/8" x 1-3/4" x 1-3/4" H X 1379.7	3,08	3,08	A-50
T361H	1	L 1/8" x 1-1/2" x 1-1/2" H X 1900.6	3,64	3,64	A-50
T362	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 545.6	0,99	0,99	
T363	2	L 1/8" x 1 3/4" x 1 3/4" X 722	1,62	3,24	
T364	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
T370	2	Plancha Estructural 1/4" X 335 X 50	0,87	1,73	
T371	2	Plancha Estructural 1/4" X 238 X 50	0,62	1,23	
T372	5	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	2,30	
T373	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
T380	2	Fe liso 1/2" X 303	0,31	0,63	
T381	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	4	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	0,64	
	27	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	2,37	
	20	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	3,59	
	6	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,63	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +3</b>		<b>194,72</b>	
Q1	4	Plancha Estructural 1/4" X 50 X 50	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16
T400	1	L 3/8" x 4" x 4" X 5025	76,78	76,78	
T401	1	L 3/8" x 4" x 4" X 360	5,50	5,50	
T402D	1	L 1/8" x 2" x 2" X 5378	13,83	13,83	
T402Z	1	L 1/8" x 2" x 2" X 5378	13,83	13,83	
T403D	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1564	4,02	4,02	
T403Z	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1564	4,02	4,02	
T404D	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1314	3,38	3,38	
T404Z	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1314	3,38	3,38	
T405D	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1385	3,56	3,56	
T405Z	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1385	3,56	3,56	
T406D	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1017	2,61	2,61	
T406Z	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1017	2,61	2,61	
T407D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1209	2,19	2,19	
T407Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1209	2,19	2,19	
T408D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 720	1,31	1,31	
T408Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 720	1,31	1,31	
T409D	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1090	1,99	1,99	
T409Z	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1090	1,99	1,99	
T410	2	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 423	0,77	1,55	
T411	1	L 3/16" x 2" x 2" X 2361	8,98	8,98	
T412	1	L 1/8" x 2" x 2" X 1577	4,05	4,05	
T413	1	L 1/8" x 2" x 2" X 2038	5,24	5,24	
T414	1	L 1/8" x 2" x 2" X 947	2,43	2,43	
T415	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 1262	2,30	2,30	
T416	1	L 1/8" x 1 1/2" x 1 1/2" X 551	1,00	1,00	
T417	2	L 1/4" x 4" x 4" X 50	0,54	1,09	
T418	2	L 1/8" x 2" x 2" X 722	1,86	3,72	
T425	2	Plancha Estructural 1/4" X 335 X 50	0,87	1,73	
T426	2	Plancha Estructural 1/4" X 232 X 50	0,61	1,21	
T427	7	Plancha Estructural 3/16" X 114 X 104	0,46	3,22	
T428	1	Plancha Estructural 3/16" X 491 X 50	0,96	0,96	
T430	2	Fe liso 1/2" X 197	0,20	0,40	
T431	2	Plancha Estructural 1/8" X 30 X 20	0,01	0,02	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg	Observaciones
		<b>PERNOS</b>			
	4	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	0,64	
	35	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	3,07	
	20	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	3,59	
	8	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,84	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PARRILLA</b>		<b>288,48</b>	
T501	1	L 3/8" x 4" x 4" X 751	11,47	11,47	
T502	1	L 1/4" x 2" x 2" X 2529	12,58	12,58	
T503	1	L 1/4" x 2" x 2" X 2619	13,03	13,03	
T504	1	L 1/4" x 2" x 2" X 2537	12,62	12,62	
T505	1	L 1/4" x 2" x 2" X 2440	12,13	12,13	
T506D	1	Canal laminado C 6" x 8.2 # X 1800	22,99	22,99	
T506Z	1	Canal laminado C 6" x 8.2 # X 1800	22,99	22,99	
T507	2	L 1/4" x 2" x 2" X 1700	8,45	16,91	
T508	16	L 1/4" x 2" x 2" X 1700	8,45	135,26	
T509	2	L 1/4" x 2" x 2" X 595	2,96	5,91	
T510	2	L 1/4" x 2" x 2" X 629	3,12	6,25	
T511	4	L 1/4" x 2" x 2" X 95	0,47	1,88	
T512D	1	L 3/16" x 2" x 2" X 119	0,45	0,45	
T512Z	1	L 3/16" x 2" x 2" X 119	0,45	0,45	
T513D	1	L 3/16" x 2" x 2" X 122	0,46	0,46	
T513Z	1	L 3/16" x 2" x 2" X 122	0,46	0,46	
T521	2	Plancha Estructural 1/4" X 230 X 50	0,60	1,19	
		<b>PERNOS</b>			
	60	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	9,59	
	8	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	1,14	
	8	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	0,70	

### Pesos de Torres Tipo "T"

Item	Tipo de Torre	Peso Sin Ext. de Patas
1	T-3	2 447,45
2	T+0	3 044,69
3	T+3	3 454,02
4	Pata T-1	44,84
5	Pata T+0	79,57
6	Pata T+1	107,40
7	Pata T+2	146,38
8	Pata T+3	194,72
9	Parrillas Tipo "T"	288,48

## LISTA DE COMPOSICION DE TORRE TIPO "TE"

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg ( TM )	Observaciones
		<b>CASTILLETE</b>		<b>142,50</b>	
TE20	2	L 3 x 3 x 1/4	24,69	49,39	
TE20E	2	L 3 x 3 x 1/4	24,69	49,39	
TE21	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,80	7,19	
TE22	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,06	8,23	
TE23	4	L 2 x 2 x 1/8	2,81	11,24	
TE25	2	Plancha Estructural 1/4"	0,73	1,46	
TE26	1	Plancha Estructural 1/4"	3,06	3,06	
TE27	1	Plancha Estructural 1/2"	3,75	3,75	
		<b>PERNOS</b>			
	20	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	3,20	
	16	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,40	
	8	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	4,18	
		<b>BRAZO SUPERIOR</b>		<b>90,17</b>	
Q3	2	Plancha Estructural 3/8"	0,20	0,40	
TE14	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,58	2,58	
TE14A	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,58	2,58	
TE15	2	Plancha Estructural 1/4"	2,29	4,58	
TE16	2	Plancha Estructural 3/8"	2,34	4,68	
TE17	2	Plancha Estructural 3/8"	1,93	3,87	
TE18	2	Plancha Estructural 3/8"	1,40	2,80	
TE19D	1	L 2 x 2 x 3/16	0,63	0,63	
TE19Z	1	L 2 x 2 x 3/16	0,63	0,63	
TE1DH	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 1/4 H	12,51	12,51	A-50
TE1ZH	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 1/4 H	12,51	12,51	A-50
TE3D	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	7,98	7,98	
TE3Z	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	7,98	7,98	
TE4	2	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,52	3,03	
TE5	2	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	0,74	1,48	
TE6	1	L 2 x 2 x 1/8	2,46	2,46	
TE6A	1	L 2 x 2 x 1/8	2,46	2,46	
TE7	1	L 2 x 2 x 1/8	2,93	2,93	
TE7A	1	L 2 x 2 x 1/8	2,93	2,93	
TE8	1	L 2 x 2 x 1/8	1,65	1,65	
TE9	1	L 2 x 2 x 1/8	1,69	1,69	
		<b>PERNOS</b>			
	40	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	6,40	
	2	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,28	
	13	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,14	
		<b>BRAZO INFERIOR</b>		<b>119,11</b>	
Q3	2	Plancha Estructural 3/8"	0,20	0,40	
TE19D	1	L 2 x 2 x 3/16	0,63	0,63	
TE19Z	1	L 2 x 2 x 3/16	0,63	0,63	
TE30HD	1	L 3 x 3 x 1/4	20,66	20,66	
TE30HZ	1	L 3 x 3 x 1/4	20,66	20,66	
TE31D	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	11,09	11,09	
TE31Z	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	11,09	11,09	
TE32	2	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,22	4,43	
TE33	2	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	0,70	1,40	
TE34	1	L 2 x 2 x 1/8	3,15	3,15	
TE34A	1	L 2 x 2 x 1/8	3,15	3,15	
TE35	1	L 2 x 2 x 1/8	3,62	3,62	
TE35A	1	L 2 x 2 x 1/8	3,62	3,62	
TE36	1	L 2 x 2 x 1/8	1,66	1,66	
TE37	1	L 2 x 2 x 1/8	1,68	1,68	
TE38	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,99	2,99	
TE38A	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,99	2,99	
TE39	2	Plancha Estructural 1/4"	2,56	5,12	
TE40	2	Plancha Estructural 3/8"	2,60	5,20	
TE41	2	Plancha Estructural 3/8"	2,51	5,02	
TE42	2	Plancha Estructural 3/8"	1,07	2,13	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg ( TM )	Observaciones
		<b>PERNOS</b>			
	40	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	6,40	
	2	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	0,28	
	13	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,14	
		<b>SUPERESTRUCTURA</b>		<b>731,74</b>	
Q1	10	Plancha Estructural 1/4"	0,13	1,25	AGUJERO Ø11/16"
Q3	24	Plancha Estructural 3/8"	0,20	4,77	AGUJERO Ø11/16"
Q4	16	Plancha Estructural 5/8"	0,32	5,18	AGUJERO Ø11/16"
TE50	2	L 4 x 4 x 3/8	79,21	158,42	
TE50E	2	L 4 x 4 x 3/8	79,21	158,42	
TE51	8	L 2 x 2 x 3/16	4,42	35,36	
TE51A	8	L 2 x 2 x 3/16	4,42	35,36	
TE52	4	L 2 x 2 x 1/8	3,27	13,08	
TE52A	4	L 2 x 2 x 1/8	3,27	13,08	
TE53	4	L 2 x 2 x 1/8	2,99	11,95	
TE53A	4	L 2 x 2 x 1/8	2,99	11,95	
TE54	4	L 2 x 2 x 1/8	2,16	8,65	
TE55	8	L 2 x 2 x 3/16	3,31	26,50	
TE56	4	L 2 x 2 x 1/8	3,30	13,21	
TE58	4	L 2 x 2 x 3/16	3,20	12,79	
TE65D	2	Plancha Estructural 3/8"	5,09	10,18	
TE65Z	2	Plancha Estructural 3/8"	5,09	10,18	
TE66D	1	Plancha Estructural 1/4"	2,94	2,94	
TE66Z	1	Plancha Estructural 1/4"	2,94	2,94	
TE67	8	Plancha Estructural 1/4"	1,29	10,28	
TE68	10	Plancha Estructural 1/4"	1,54	15,36	
TE69D	2	Plancha Estructural 3/8"	6,34	12,69	
TE69Z	2	Plancha Estructural 3/8"	6,34	12,69	
TE70	2	Plancha Estructural 1/4"	0,70	1,40	
TE71	8	Plancha Estructural 1/4"	0,78	6,27	
TE73	2	Plancha Estructural 1/8"	0,18	0,36	
TE74D	2	Plancha Estructural 1/4"	2,97	5,94	
TE74Z	2	Plancha Estructural 1/4"	2,97	5,94	
TE75	12	L 2 x 2 x 1/8	3,27	39,25	
TE75A	12	L 2 x 2 x 1/8	3,27	39,25	
		<b>PERNOS</b>			
	180	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	28,78	
	40	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	5,68	
	24	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	4,31	
	14	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	7,32	
		<b>CUERPO COMUN I</b>		<b>752,91</b>	
Q3	34	Plancha Estructural 3/8"	0,20	6,75	AGUJERO Ø11/16"
TE100E	2	L 4 x 4 x 3/8	40,64	81,28	
TE101	2	L 4 x 4 x 3/8	40,64	81,28	
TE102E	2	L 4 x 4 x 3/8	64,16	128,33	
TE103	2	L 4 x 4 x 3/8	64,16	128,33	
TE104	8	L 4 x 4 x 3/8	5,50	43,97	
TE105	4	L 2 x 2 x 1/8	2,79	11,16	
TE106	4	L 2 x 2 x 1/8	4,15	16,59	
TE107	4	L 2 x 2 x 1/8	5,09	20,36	
TE108	4	L 2 x 2 x 1/8	5,52	22,07	
TE109	4	L 2 x 2 x 1/8	6,10	24,41	
TE110	4	L 2 x 2 x 1/8	6,72	26,88	
TE111	4	L 2 x 2 x 1/8	3,49	13,96	
TE112	4	L 2 x 2 x 1/8	4,89	19,56	
TE113	4	L 2 x 2 x 1/8	5,30	21,19	
TE114	4	L 2 x 2 x 1/8	5,75	22,99	
TE115	4	L 2 x 2 x 1/8	6,47	25,87	
TE120	16	Plancha Estructural 5/16"	1,09	17,39	
TE120B	2	Plancha Estructural 1/4"	0,94	1,88	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unít. Kg	Peso Tot. Kg ( TM )	Observaciones
		<b>PERNOS</b>			
	66	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	10,55	
	104	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	18,69	
	18	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	9,41	
		<b>CUERPO COMUN II</b>		<b>759,27</b>	
Q2	4	Plancha Estructural 1/8"	0,06	0,25	AGUJERO Ø11/16"
Q3	12	Plancha Estructural 3/8"	0,20	2,38	AGUJERO Ø11/16"
TE1	1	Plancha Estructural 1/8"	5,28	5,28	
TE150	2	L 4 x 4 x 3/8	86,93	173,87	
TE151E	2	L 4 x 4 x 3/8	86,93	173,87	
TE152	4	L 4 x 4 x 3/8	5,50	21,99	
TE153	4	L 2 x 2 x 1/8	6,99	27,96	
TE154	4	L 2 x 2 x 1/8	7,52	30,10	
TE155	4	L 2 x 2 x 1/8	8,08	32,31	
TE156	4	L 2 x 2 x 1/8	6,24	24,95	
TE157	2	L 2 x 2 x 1/8	2,14	4,28	
TE157X	2	L 2 x 2 x 1/8	2,14	4,28	
TE158	4	L 2 x 2 x 1/8	3,39	13,54	
TE159	4	L 2 x 2 x 1/8	7,25	29,01	
TE160	4	L 2 x 2 x 1/8	7,81	31,22	
TE161	4	L 2 x 2 x 1/8	8,74	34,94	
TE162	4	L 2 x 2 x 1/8	4,45	17,81	
TE163	4	L 2 x 2 x 1/8	8,26	33,02	
TE164	4	L 2 x 2 x 1/8	2,84	11,37	
TE165	2	L 2 x 2 x 1/8	4,29	8,59	
TE166	4	L 2 x 2 x 1/8	5,79	23,16	
TE170	8	Plancha Estructural 5/16"	1,09	8,69	
TE171	2	Plancha Estructural 1/4"	2,49	4,97	
TE172	2	Plancha Estructural 1/4"	2,51	5,02	
TE2	1	Plancha Estructural 1/8"	6,25	6,25	
		<b>PERNOS</b>			
	52	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	8,31	
	20	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	2,84	
	24	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	2,11	
	48	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	8,63	
	4	Perno 1/2 x 1+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,42	
	15	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	7,84	
		<b>EXTENSION +0</b>		<b>630,89</b>	
TE200	2	L 4 x 4 x 3/8	46,00	92,00	
TE201	2	L 4 x 4 x 3/8	46,00	92,00	
TE202	4	L 4 x 4 x 3/8	5,50	21,99	
TE203D	4	L 2 x 2 x 1/8	6,75	27,00	
TE203Z	4	L 2 x 2 x 1/8	6,75	27,00	
TE204D	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,23	8,90	
TE204Z	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,23	8,90	
TE205	8	L 2 x 2 x 1/8	2,14	17,14	
TE206	4	L 2 x 2 x 1/8	8,65	34,61	
TE207	8	L 2 x 2 x 1/8	4,77	38,12	
TE208D	4	L 2 x 2 x 1/8	4,19	16,76	
TE208Z	4	L 2 x 2 x 1/8	4,19	16,76	
TE209D	4	L 2 x 2 x 1/8	2,46	9,82	
TE209Z	4	L 2 x 2 x 1/8	2,46	9,82	
TE210	8	L 2 x 2 x 1/8	3,62	28,93	
TE211	4	L 2 x 2 x 1/8	5,79	23,16	
TE214	4	L 2 x 2 x 1/8	5,11	20,44	
TE215	4	L 2 x 2 x 1/8	5,11	20,44	
TE216	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,39	5,56	
TE217	8	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	0,83	6,60	
TE218	4	L 2 x 2 x 1/8	3,27	13,08	
TE230	4	Plancha Estructural 1/4"	1,60	6,40	
TE231	8	Plancha Estructural 1/4"	1,39	11,12	
TE232	4	Plancha Estructural 1/4"	1,11	4,43	
TE233	8	Plancha Estructural 5/16"	1,09	8,69	
TE234	8	Plancha Estructural 1/4"	1,58	12,62	
TE235	16	Plancha Estructural 3/16"	0,47	7,52	
TE236	2	Plancha Estructural 1/4"	0,91	1,82	
TE237	2	Plancha Estructural 1/4"	0,96	1,92	

Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg ( TM )	Observaciones
		<b>PERNOS</b>			
	42	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	6,72	
	52	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	7,39	
	112	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	9,83	
	50	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	8,99	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	8	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	4,18	
		<b>EXTENSION +3</b>		<b>1 072,79</b>	
TE250A	2	L 4 x 4 x 3/8	61,44	122,87	
TE250B	2	L 4 x 4 x 3/8	30,56	61,11	
TE251A	2	L 4 x 4 x 3/8	61,44	122,87	
TE251B	2	L 4 x 4 x 3/8	30,56	61,11	
TE252	8	L 4 x 4 x 3/8	5,50	43,97	
TE253D	4	L 2 x 2 x 1/8	9,00	35,99	
TE253Z	4	L 2 x 2 x 1/8	9,00	35,99	
TE254D	4	L 2 x 2 x 1/8	3,58	14,34	
TE254Z	4	L 2 x 2 x 1/8	3,58	14,34	
TE255D	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,00	7,98	
TE255Z	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,00	7,98	
TE256D	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,08	8,32	
TE256Z	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,08	8,32	
TE257	8	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,03	8,28	
TE258D	4	L 2 x 2 x 1/8	6,89	27,55	
TE258Z	4	L 2 x 2 x 1/8	6,89	27,55	
TE259D	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,89	7,57	
TE259Z	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,89	7,57	
TE260D	4	L 2 x 2 x 1/8	3,78	15,13	
TE260Z	4	L 2 x 2 x 1/8	3,78	15,13	
TE261	4	L 2 x 2 x 1/8	10,41	41,63	
TE262	8	L 2 x 2 x 1/8	4,77	38,12	
TE263D	4	L 2 x 2 x 1/8	4,19	16,76	
TE263Z	4	L 2 x 2 x 1/8	4,19	16,76	
TE264D	4	L 2 x 2 x 1/8	2,60	10,41	
TE264Z	4	L 2 x 2 x 1/8	2,60	10,41	
TE265	4	L 2 x 2 x 1/8	5,91	23,66	
TE266	8	L 2 x 2 x 1/8	4,01	32,10	
TE267	4	L 2 x 2 x 1/8	5,70	22,78	
TE268	4	L 2 x 2 x 1/8	2,85	11,41	
TE269	4	L 2 x 2 x 1/8	5,81	23,24	
TE270	4	L 2 x 2 x 1/8	5,81	23,24	
TE271	4	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,70	6,81	
TE272	8	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	0,93	7,44	
TE273	4	L 2 x 2 x 1/8	3,69	14,76	
TE280	16	Plancha Estructural 5/16"	1,09	17,39	
TE280A	2	Plancha Estructural 1/4"	0,73	1,46	
TE281	4	Plancha Estructural 1/4"	1,60	6,40	
TE282	4	Plancha Estructural 1/4"	1,96	7,86	
TE283	8	Plancha Estructural 1/4"	1,69	13,54	
TE284	28	Plancha Estructural 3/16"	0,47	13,17	
TE285	2	Plancha Estructural 1/4"	0,85	1,69	
TE286	2	Plancha Estructural 1/4"	0,96	1,92	
		<b>PERNOS</b>			
	34	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	5,44	
	52	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	7,39	
	180	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	15,80	
	98	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	17,61	
	12	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	1,25	
	16	Escalin Ø 5/8X254 +2T+2A. PR.	0,52	8,36	
		<b>PATA -1</b>		<b>47,02</b>	
TE351	1	L 4 x 4 x 3/8	5,50	5,50	
TE363	2	L 2 x 2 x 1/8	1,86	3,72	
TE364	2	L 4 x 4 x 1/4	0,54	1,09	
TE370	2	Plancha Estructural 5/16"	1,09	2,17	
TE373	1	Plancha Estructural 3/16"	0,96	0,96	
TE380	2	Fe liso 1/2"	0,31	0,63	
TE381	2	Plancha Estructural 1/8"	0,01	0,02	
TE390	1	L 4 x 4 x 3/8	15,24	15,24	
TE391D	1	L 2 x 2 x 1/8	4,81	4,81	
TE391Z	1	L 2 x 2 x 1/8	4,81	4,81	
TE392	2	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,67	3,34	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unit. Kg	Peso Tot. Kg ( TM )	Observaciones
		<b>PERNOS</b>			
	4	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	0,64	
	6	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	0,53	
	18	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	3,24	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +0</b>		<b>83,65</b>	
Q5	4	Plancha Estructural 5/16"	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"
TE301	1	L 4 x 4 x 3/8	5,50	5,50	
TE309	2	L 2 x 2 x 1/8	1,86	3,72	
TE310	2	L 4 x 4 x 1/4	0,54	1,09	
TE320	2	Plancha Estructural 5/16"	1,09	2,17	
TE322	3	Plancha Estructural 3/16"	0,46	1,38	
TE323	1	Plancha Estructural 3/16"	0,96	0,96	
TE330	1	L 4 x 4 x 3/8	30,62	30,62	
TE331D	1	L 2 x 2 x 1/8	6,78	6,78	
TE331Z	1	L 2 x 2 x 1/8	6,78	6,78	
TE332D	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,24	2,24	
TE332Z	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,24	2,24	
TE333	2	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,54	3,07	
TE334	1	L 2 x 2 x 1/8	5,02	5,02	
TE335	1	L 2 x 2 x 1/8	2,92	2,92	
TE340	2	Plancha Estructural 1/4"	1,10	2,19	
TE345	2	Fe liso 1/2"	0,20	0,40	
TE346	2	Plancha Estructural 1/8"	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	4	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	0,64	
	17	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,49	
	20	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	3,59	
	2	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,21	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PATA +1</b>		<b>115,92</b>	
Q5	4	Plancha Estructural 5/16"	0,13	0,50	AGUJERO Ø11/16"
TE300	1	L 4 x 4 x 3/8	46,00	46,00	
TE301	1	L 4 x 4 x 3/8	5,50	5,50	
TE302D	1	L 2 x 2 x 1/8	9,00	9,00	
TE302Z	1	L 2 x 2 x 1/8	9,00	9,00	
TE303D	1	L 2 x 2 x 1/8	3,61	3,61	
TE303Z	1	L 2 x 2 x 1/8	3,61	3,61	
TE304D	1	L 2 x 2 x 1/8	2,82	2,82	
TE304Z	1	L 2 x 2 x 1/8	2,82	2,82	
TE305D	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,08	2,08	
TE305Z	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,08	2,08	
TE306	2	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,03	2,07	
TE307	1	L 2 x 2 x 1/8	5,76	5,76	
TE308	1	L 2 x 2 x 1/8	2,86	2,86	
TE309	2	L 2 x 2 x 1/8	1,86	3,72	
TE310	2	L 4 x 4 x 1/4	0,54	1,09	
TE320	2	Plancha Estructural 5/16"	1,09	2,17	
TE321	2	Plancha Estructural 1/4"	0,78	1,57	
TE322	3	Plancha Estructural 3/16"	0,62	1,85	
TE323	1	Plancha Estructural 3/16"	0,96	0,96	
TE345	2	Fe liso 1/2"	0,20	0,40	
TE346	2	Plancha Estructural 1/8"	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	4	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	0,64	
	19	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	1,67	
	20	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	3,59	
	4	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,42	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	



Código	Cant.	Descripción	Peso Unít. Kg	Peso Tot. Kg ( TM )	Observaciones
		<b>PATA +2</b>		<b>155,12</b>	
Q5	4	Plancha Estructural 5/16"	0,17	0,67	AGUJERO Ø11/16"
TE350	1	L 4 x 4 x 3/8	61,38	61,38	
TE351	1	L 4 x 4 x 3/8	5,50	5,50	
TE352D	1	L 2 x 2 x 1/8	11,37	11,37	
TE352Z	1	L 2 x 2 x 1/8	11,37	11,37	
TE353D	1	L 2 x 2 x 1/8	3,85	3,85	
TE353Z	1	L 2 x 2 x 1/8	3,85	3,85	
TE354D	1	L 2 x 2 x 1/8	3,15	3,15	
TE354Z	1	L 2 x 2 x 1/8	3,15	3,15	
TE355D	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,31	2,31	
TE355Z	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2,31	2,31	
TE356D	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,50	1,50	
TE356Z	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,50	1,50	
TE357D	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,99	1,99	
TE357Z	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,99	1,99	
TE358D	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	0,79	0,79	
TE358Z	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	0,79	0,79	
TE359	1	L 2 x 2 x 3/16	8,76	8,76	
TE360	1	L 2 x 2 x 1/8	3,54	3,54	
TE361	1	L 2 x 2 x 1/8	4,89	4,89	
TE362	1	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	0,99	0,99	
TE363	2	L 2 x 2 x 1/8	1,86	3,72	
TE364	2	L 4 x 4 x 1/4	0,54	1,09	
TE370	2	Plancha Estructural 5/16"	1,09	2,17	
TE371	2	Plancha Estructural 1/4"	0,62	1,23	
TE372	5	Plancha Estructural 3/16"	0,46	2,30	
TE373	1	Plancha Estructural 3/16"	0,96	0,96	
TE380	2	Fe liso 1/2"	0,31	0,63	
TE381	2	Plancha Estructural 1/8"	0,01	0,02	
		<b>PERNOS</b>			
	4	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	0,64	
	27	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	2,37	
	20	Perno 5/8 x 2 1/2+T+A.P+A.PR.	0,18	3,59	
	6	Perno 1/2 x 2+T+A.P.+A.PR.	0,10	0,63	
	2	Antiescalatorio 2 T+ 1A.P.+ 1 A.PR.Ø1/2	0,06	0,13	
		<b>PARRILLA</b>		<b>335,46</b>	
TE501	1	L 4 x 4 x 3/8	11,46	11,46	
TE502H	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16 H	12,77	12,77	A50
TE503H	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16 H	13,27	13,27	A50
TE504H	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16 H	12,82	12,82	A50
TE505H	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16 H	12,29	12,29	A50
TE506D	1	Canal laminado C 6" x 8.2 # X 2100	26,81	26,81	
TE506Z	1	Canal laminado C 6" x 8.2 # X 2100	26,81	26,81	
TE507H	2	L 2 x 2 x 1/4	9,95	19,90	
TE508H	17	L 2 x 2 x 1/4	9,95	169,12	
TE509	2	L 2 x 2 x 1/4	3,45	6,90	
TE510	2	L 2 x 2 x 1/4	3,65	7,29	
TE511	4	L 2 x 2 x 1/4	0,47	1,88	
TE512D	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	0,57	0,57	
TE512Z	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	0,57	0,57	
TE513D	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	0,59	0,59	
TE513Z	1	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	0,59	0,59	
TE521	2	Plancha Estructural 5/16"	0,75	1,50	
		<b>PERNOS</b>			
	28	Perno 5/8 x 2 +T+A.P+A.PR.	0,16	4,48	
	36	Perno 5/8 x 1 1/2 +T+A.P+A.PR.	0,14	5,12	
	8	Perno 1/2 x 1 1/2+T+A.P+A. PR.	0,09	0,70	

## **ANEXO G**

## **PLANO.**

- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 0 + 000.00 A 2 + 200.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 2 + 200.00 Km A 4 + 800.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 7 + 500.00 Km A 10 + 200.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 4 + 800.00 Km A 7 + 600.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 10 + 200.00 Km A 13 + 0.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 13 + 0.00 Km A 15 + 600.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 13 + 0.00 Km A 18 + 200.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 18 + 200.00 Km a 20 + 800.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 20 + 800.00 Km a 23 + 200.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 23 + 200.00 Km a 25 + 800.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 25 + 800.00 Km a 28 + 100.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 28 + 100.00 Km a 30 + 600.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 30 + 800.00 Km a 33 + 300.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 33 + 300.00 Km a 35 + 800.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 35 + 800.00 Km a 38 + 300.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 38 + 300.00 Km a 40 + 900.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 40 + 900.00 Km a 43 + 200.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 43 + 200.00 Km a 45 + 800.00 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 45 + 800.00 Km a 48 + 233.49 Km**
- PERFIL Y PLANIMATRIA COMO CONSTRUIDO 48 + 233.49 Km a 49 + 282.49 Km**

## **ANEXO H**

## PLAN DE TENDIDO Y REGULACION

### Tendido de Conductor y Cable de Guarda

#### Actividades Preliminares

Antes del inicio del tendido de conductores se adelantaron las siguientes actividades:

Revisión de estructuras para tendido, por la cuadrilla de revisión conformada por la Supervisión y el Contratista.

Despeje de zona a lo largo del tendido

Colocación de cadenas y poleas.

Protección con pórticos en cruces con líneas de transmisión y carreteras

Estas actividades se deben de desarrollar con suficiente anticipación y antes de iniciar la riega y el tendido de los conductores y cables de guarda.

- **Tablas de tendido.** En esta tabla se muestra los cálculos de flechas para el cable tendido y regulado en cada uno de los vanos y las cargas verticales en poleas y contratiros para uno de las torres de un tramo de línea determinado.
- **Tablas de regulación.** En estas tablas se indican las flechas que deben obtenerse en todos y cada uno de los vanos de la línea a diferentes temperaturas, así como las correcciones que deben hacerse en la colocación de grapas de suspensión para que las cadenas de aisladores permanezcan en posición vertical o corrección en grupos.
- **Programa de Tendido.** De acuerdo con el plantillado y los perfiles elaborados, se presentó la siguiente información:
  - Definición de los sectores de tendido.
  - Fechas de inicio y termino de tendido.
  - Sistema de trabajo.
  - Personal y equipo a emplearse.
  - Ubicación del equipo, como el freno y malacate.
  - Longitud y número de la lista de empaque de cada bobina empleada en el sector.
  - Ubicación de empalmes.
  - Ubicación de las contrapoleas.
  - Esfuerzos máximos sobre cada estructura.
  - Ubicación de radios y demás equipos de comunicación. Estos equipos se ubicaron en los sitios con algún riesgo; sitios de plaza y torres con ángulo o en contratiro.



- Ubicación y protecciones de cruce vías como líneas eléctricas y de comunicación. Las protecciones en carreteras o caminos se realizaron con pórticos de madera, los cuales difieren en forma o fortaleza, según la condición de trabajo o importancias de la vía, las ejecutaron un capataz, oficiales de línea y ayudantes.
- Ubicación exacta de las estaciones para bobinas, equipos y rutas de acceso a las mismas.
- Obras que se realizaran en los diferentes cruces y programación de los tiempos de suspensión de los servicios y las etapas de realización, tipos de protección, condiciones de vigilancia, variantes en las líneas de energía y comunicación.

Las estaciones de tendido se localizaron a una distancia tal de la torre, que permita ubicar los equipos de manera que el conductor no ejerza esfuerzos peligrosos sobre la estructura. Una vez autorizados la localización de las estaciones de tendido y las rutas de acceso se inició la construcción de los mismos habilitando el terreno para la colocación del equipo.

#### **Ejecución del Tendido**

El tendido y tensionado de los conductores se efectuaron con equipos y métodos especializados debidamente aprobados por el propietario y que garantizaron el cumplimiento de los requisitos establecidos en las especificaciones.

#### **Carretes**

Durante los procesos de cargue y descargue se tuvieron especial cuidado con los carretes, por lo que se empleo una grúa.

#### **Poleas**

Las poleas para el tendido de los conductores y cables de guarda fueron de giro libre, diseñadas de tal forma que eviten daños al conductor, inspeccionados y engrasados antes y durante el tendido.

#### **Equipo de Tensionado**

El tendido del conductor y el cable de guarda se realizaron por el método de "tensión controlada" utilizando equipos de tensionado con tambor revestido de neopreno y cuyas características y propiedades se sometieron a aprobación previa.

El tendido del pescante de acero se realizo por medio de sogas el cable fue frenado con un equipo llamado freno.

Una vez terminado el tendido del conductor y pasado un determinado tiempo fijado, se procedió a la regulación de los conductores y cable de guarda.

La regulación se realizó conductor por conductor por medio de los aparejos cuádruples de acero. La flecha y regulación se controló por medio de nivelación topográfica con instrumentos de precisión para medida de la flecha real y con el auxilio de dinamómetros calibrados.

Luego de efectuada la regulación se procedió a colocar las grapas de suspensión y varillas de blindajes de acuerdo a las correcciones offset y luego se procedió a la colocación de los amortiguadores. Por último se colocaron los puentes de conexión, cadenas estabilizadoras, balizas, etc.

Estas labores las ejecutaron una cuadrilla de amarre conformada por una comisión de topografía, capataz, oficiales I y II y ayudantes. Apoyándose en las tablas de regulación, para el cálculo del ángulo de flechado, así como un termómetro debido a que la temperatura es determinante en este proceso.

### **Especificaciones del Equipamiento de Tendido utilizado**

#### **Winche Hidráulico de 2,5 Tn:**

Marca: Tesmec

Año: 2 000

Tiro Máximo: 25 kN

Tiro Continuo: 20 kN

Velocidad de Tiro Continuo: 1,7 km/h

Velocidad Máxima: 3,5 km/h

Tiro de Velocidad Máxima: 10 kN

Diámetro de los tambores: 250 mm

Diámetro máximo del cable: 10 mm

Motor: Diesel 25 kW

#### **Freno Hidráulico de 2,5 Tn:**

Marca: Tesmec

Año: 2 000

Tiro Máximo: 25 kN

Tiro Continuo: 20 kN

Velocidad Máxima: 3,5 km/h

Diámetro de los tambores: 660 mm

Diámetro máximo del cable: 24 mm

<b>Poleas para tendido de 240 mm</b>	<b>80 u.</b>
<b>Medias punteras para 120 mm<sup>2</sup> marca Tesmec</b>	<b>3 u.</b>
<b>Medias intermedias para 120 mm<sup>2</sup> marca Tesmec</b>	<b>3 u.</b>
<b>Cable cordina de 10 mm marca Tesmec</b>	<b>6 km</b>
<b>Caballete tipo cuña marca Tesmec</b>	<b>1 u.</b>
<b>Caballete alzapobinas de 7 Tn.</b>	<b>1 u.</b>
<b>Giunto giratorio</b>	<b>5 u.</b>
<b>Giunto fijo</b>	<b>2 u.</b>
<b>Dinamómetro de 5 Tn digital</b>	<b>1 u.</b>



## INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	2
2. DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA	2
3. DATOS CONDUCTOR	2
4. DATOS CABLE DE GUARDA	3
5. CONDICIONES LIMITANTES	3
6. RANGO DE TEMPERATURAS	3
ANEXO 1 TABLAS DE TENDIDO CONDUCTOR	4
ANEXO 2 TABLAS DE TENDIDO CABLE DE GUARDA	359



INGENIERÍA S.A.  
OSWALDO S.A.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 kV  
S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
(CAJABAMBA-PATAZ)  
TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C	Fecha: 2006-05-10
Revisó: A.G.C.	Fecha: 2006-05-10
Obra: 290	
Hoja Nº: 1	de: 713



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan las tablas de tendido para la línea de transmisión a 60 kV S/E Santa Mónica - S/E Morena.

## 2. DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA

Las tablas de tendido se calcularon para cada uno de los vanos de la línea con la geometría y posicionamiento reales del conductor más bajo y del cable de guarda.

El cálculo de la tablas de tendido se realizó mediante el programa de computador ID-TEND que recibe como datos de entrada las abscisas y cotas del cable a tender y las características de los mismos, para luego mediante la aplicación de la ecuación de cambio de estado exacta calcular las tensiones que se le deben aplicar al cable para el rango de temperaturas definido por el usuario.


Así mismo el programa calcula las correcciones de grapado (offsets) para garantizar la igualdad de la tensión horizontal en todos los vanos entre retenciones.

## 3. DATOS CONDUCTOR

Los datos introducidos al programa acerca del conductor fueron los siguientes:

### Datos del conductor:

Tipo:	AAAC	
Código:	120 mm <sup>2</sup>	
Calibre:	-	kmil
Área total sección:	117.0	mm <sup>2</sup>
Díámetro:	14.00	mm
Masa unitaria:	0.3220	kg/m
Tensión de rotura:	33.32	kN
Módulo elasticidad:	57,000	MPa
Coef. dilatación:	2.30E-005	/°C
Temperatura/CREEP	24.0	°C

	LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 kV		Diseño:	Fecha:
	S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA		E.T.C	2005-05-10
	(CAJABAMBA-PATAZ)		Revisó:	Fecha:
	TABLAS DE TENDIDO		A.G.C.	2005-05-10
			Obra: 290	
			Hoja N° 2	de: 713

#### 4. DATOS CABLE DE GUARDA

Los datos introducidos al programa acerca del cable de guarda fueron los siguientes:

##### Datos del conductor:

Tipo:	ACERO BHS	
Codigo:	38 mm <sup>2</sup>	
Calibre:	-	kcmil
Area total seccion:	38.4	mm <sup>2</sup>
Diametro:	7.94	mm
Masa unitaria:	0.3050	kg/m
Tension de rotura:	50.80	kN
Modulo elasticidad:	162000	MPa
Coef. dilatacion:	1.3E-005	/°C
Temperatura/CREEP	0.0	°C


#### 5. CONDICIONES LIMITANTES

Las condiciones limitantes se tomaron del documento 290-LTM-001, las cuales son las que toma el programa ID-TEND para calcular las tensiones en las condiciones de tendido que asegura el cumplimiento de todos los criterios de diseño con los cuales se evaluaron los árboles de carga.


Se debe aclarar que dado que en el cable de acero no se consideró la presencia del fenómeno de Creep, mientras que para el conductor si, en las condiciones iniciales, que son las que se presentan durante el tendido, se debe dar una sobre tensión al conductor, con lo que se obtendrán flechas menores en el conductor que las del cable de guarda; sin embargo en la medida que se genere el Creep, la flecha del conductor aumentará, mientras que la del cable de guarda permanecerá constante hasta obtenerse, a largo plazo, que la flecha del cable de guarda sea del orden del 90% de la del conductor.

#### 6. RANGO DE TEMPERATURAS

Se tomó un rango de temperaturas iniciando en 5°C con aumentos de 2°C hasta llegar a 41°C.

	LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 kV	Diseño: E.T.C	Fecha: 2005-05-10
	S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA	Revisó: A.G.C.	Fecha: 2005-05-10
	(CAJABAMBA-PATAZ)	Obra: 290	
	TABLAS DE TENDIDO	Hoja N° 3	de: 713

**ANEXO 1**  
**TABLAS DE TENDIDO CONDUCTOR**

	<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 kV</b>	<b>Diseño:</b> E.T.C	<b>Fecha:</b> 2005-05-10
	<b>S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA</b>	<b>Revisó:</b> A.G.C	<b>Fecha:</b> 2005-05-10
	<b>(CAJABAMBA-PATAZ)</b>	<b>Obra: 290</b>	
	<b>TABLAS DE TENDIDO</b>	<b>Hoja Nº: 4</b>	<b>de: 713</b>

INGENIERÍA &amp; DISEÑO S.A.

\*\* PIONERA \*\*

## CALCULO DE TABLAS DE TENDIDO

PROYECTO : \*\* LT 60 kV CAJABAMBA - MORENA \*\*

## CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR

NOMBRE / CODIGO	ctor AAAC 120 mm <sup>2</sup>		
DIAMETRO	mm	14.00	
AREA TRANSVERSAL	mm <sup>2</sup>	117.00	
	kg/cm <sup>3</sup>		
PESO UNITARIO	kg/m	0.322	
MODULO DE ELASTICIDAD	kg/cm <sup>2</sup>	5700.	
COEF DE DILATACION LINEAL	1/°C	0.0000230	
RESISTENCIA A LA ROTURA	kg	3322.	
TEMP DE PRETENSIONADO (CREEP)	°C	24.0	
RANGO DE TEMPERATURAS	°C DE	5° HASTA 41°	CADA 2°
PESO AMORTIGUADORES ESPACIADORES	kg	0.00	
SEPARACION PROMEDIO	m	0.00	
NUMERO DE SUBCONDUCTORES		1	

## CONDICIONES LIMITANTES

TENSION HORIZONTAL (kg)	TEMPERATURA (°C)	PRESSION DE VIENTO (kg/m <sup>2</sup> )	PESO UNITARIO EQUIVALENTE (kg/m)	
1	653.07	16.0	0.00	0.32

LA CORRECCION POR VERTICALIDAD SE MIDE SOBRE EL CONDUCTOR A PARTIR DE LA PROTECCION DEL PUNTO DE SUSPENSION DE LA CADENA DE AISLADORES, HACIA LA TORRE SIGUIENTE SI ES POSITIVA.

PROYECTO : \*\* LT 60 kV CAJABAMBA - MORENA \*\*  
 CONDUCTOR : ctor AAAC 120 mm<sup>2</sup>  
 SECTOR : TORRE N° 1 A TORRE N° 2  
 NUMERO DE VANOS : 1  
 VANO REGULADOR : 202.61 m

TORRE	ABSCISA (m)	COTA ANAFORE (m)	VANO HORIZ (m)	DIF. NIVEL (m)
1	147	2784.40		
2	349	2805.40	203	21.00

INGENIERÍA &  
DISEÑO S.A.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 kV  
 S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
 (CAJABAMBA-PATAZ)

TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C	Fecha: 2005-06-10
Revisó: A.G.C.	Fecha: 2005-06-10

Obra: 290

Hoja N° 5 de 713

INGENIERIA & DISEÑO S.A.  
\*\* PROANSA \*\*

TABLA DE TENDIDO PARA 5.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	1032.4	1025.2	1.62	1025.2	1.62	1	0.	
		EN	2				2	0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.7 m

TABLA DE TENDIDO PARA 7.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	1007.5	1000.2	1.66	1000.2	1.66	1	0.	
		EN	2				2	0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.7 m

TABLA DE TENDIDO PARA 9.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	982.9	975.6	1.70	975.6	1.70	1	0.	
		EN	2				2	0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.7 m

TABLA DE TENDIDO PARA 11.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	958.6	951.3	1.75	951.3	1.75	1	0.	
		EN	2				2	0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.7 m

TABLA DE TENDIDO PARA 13.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	934.8	927.5	1.79	927.5	1.79	1	0.	
		EN	2				2	0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.7 m

TABLA DE TENDIDO PARA 15.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	911.4	904.0	1.84	904.0	1.84	1	0.	
		EN	2				2	0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.7 m

TABLA DE TENDIDO PARA 17.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	888.3	881.0	1.89	881.0	1.89	1	0.	
		EN	2				2	0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.7 m



INGENIERIA & DISEÑO S.A.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 KV  
S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
(CAJABAMBA-PATAZ)

TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C  
Fecha: 2005-05-10

Revisó: A.G.C.  
Fecha: 2005-05-10

Obra: 290

Hoja Nº: 7 de 713



INGENIERIA & DISEÑO S.A.  
\*\* PROMESA \*\*

TABLA DE TENDIDO PARA 19.0 °C  
\*\*\*\*\*

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE CORRECCION (cm)	
1	2	865.8	858.4	1.94	858.4	1.94	1 0. 2 0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.7 m

TABLA DE TENDIDO PARA 21.0 °C  
\*\*\*\*\*

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE CORRECCION (cm)	
1	2	843.7	836.3	1.99	836.3	1.99	1 0. 2 0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 23.0 °C  
\*\*\*\*\*

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE CORRECCION (cm)	
1	2	822.1	814.7	2.04	814.7	2.04	1 0. 2 0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 25.0 °C  
\*\*\*\*\*

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE CORRECCION (cm)	
1	2	801.0	793.6	2.09	793.6	2.09	1 0. 2 0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 27.0 °C  
\*\*\*\*\*

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE CORRECCION (cm)	
1	2	780.5	773.1	2.15	773.1	2.15	1 0. 2 0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 29.0 °C  
\*\*\*\*\*

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE CORRECCION (cm)	
1	2	760.5	753.1	2.21	753.1	2.21	1 0. 2 0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 31.0 °C  
\*\*\*\*\*

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE CORRECCION (cm)	
1	2	741.1	733.6	2.26	733.6	2.26	1 0. 2 0.	

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m



LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 KV  
S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
(CAJABAMBA-PATAZ)

TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C	Fecha: 2005-05-10
Revisó: A.G.C.	Fecha: 2005-05-10
Obra: 290	
Hoja N° 8	de: 713

INGENIERIA & DISEÑO S.A.  
\*\* PROANSA \*\*

TABLA DE TENDIDO PARA 33.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	722.2	714.7	2.32	714.7	2.32	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 35.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	703.9	696.3	2.39	696.3	2.39	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 37.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	686.2	678.6	2.45	678.6	2.45	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 39.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	669.0	661.4	2.51	661.4	2.51	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 41.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	652.4	644.8	2.58	644.8	2.58	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m



LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 kV  
S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
(CAJABAMBA-PATAZ)

TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C	Fecha: 2005-05-10
Revisó: A.G.C.	Fecha: 2005-05-10
Obra: 290	
Hoja N°: 9	de: 713

**ANEXO 2**  
**TABLAS DE TENDIDO CABLE DE GUARDA**

INGENIERIA & DISEÑO S.A.



LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 kV  
S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
(CAJABAMBA-PATAZ)  
TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C	Fecha: 2005-05-10
Revisó: A.G.C.	Fecha: 2005-05-10
Obra: 290	
Hoja N°: 359	de: 713

\*\*\* PROANSA \*\*\*

-----  
**CALCULO DE TABLAS DE TENDIDO**  
 -----

PROYECTO : \*\* LT 60 KV CAJABAMBA - MORENA \*\*

-----  
**CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR**  
 -----

NOMBRE / CODIGO		de Guarda EHS 38 mm.
DIAMETRO	mm	7.94
AREA TRANSVERSAL	mm <sup>2</sup>	38.36
	cm <sup>2</sup>	
PESO UNITARIO	kg/m	0.305
MODULO DE ELASTICIDAD	kg/cm <sup>2</sup>	14200.
COEF DE DILATACION LINEAL	1/°C	0.0000130
RESISTENCIA A LA ROTURA	kg	5080.
TEMP DE PRETENSIONADO (CRRD)	°C	0.0
RANGO DE TEMPERATURAS	°C DE	5° HASTA 41° CADA 2°
PESO AMORTIGUADORES ESPACIADORES	kg	0.00
SEPARACION PROMEDIO	m	0.00
NUMERO DE SUBCONDUCTORES		1

-----  
**CONDICIONES LIMITANTES**  
 -----

	TENSION HORIZONTAL (kg)	TEMPERATURA (°C)	PRESSION DE VIENTO (kg/m.)	PESO UNITARIO EQUIVALENTE (kg/m)
1.	681.00	16.0	0.00	0.31

LA CORRECCION POR VERTICALIDAD SE MIDE SOBRE EL CONDUCTOR A PARTIR DE LA PROYECCION DEL PUNTO DE SUSPENSION DE LA CADENA DE AISLADORES, HACIA LA TORRE SIGUIENTE SI ES POSITIVA.

**INGENIERIA & DISEÑO S.A.**

\*\*\* PROANSA \*\*\*

PROYECTO : \*\* LT 60 KV CAJABAMBA - MORENA \*\*  
 CONDUCTOR : de Guarda EHS 38 mm.  
 SECTOR : TORRE N° 1 A TORRE N° 2  
 NUMERO DE VANOS : 1  
 VANO REGULADOR : 202.61 m

TORRE	ABSCISA (m)	COTA AMARRE (m)	VANO HORIZ (m)	DIF. NIVEL (m)
1	147	2791.20	203	21.00
2	349	2812.20		



INGENIERIA &  
DISEÑO S.A.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 KV  
 S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
 (CAJABAMBA-PATAZ)

TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C	Fecha: 2005-05-10
Revisó: A.G.C.	Fecha: 2005-05-10
Obra: 290	
Hoja N° 360	de: 713

INGENIERIA & DISEÑO S.A.  
 \*\* PROANEA \*\*

TABLA DE TENDIDO PARA 5.0 °C

CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS			
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	745.2 EN	2	738.1	2.13	738.1	2	0.
LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES :					203.8 m			

TABLA DE TENDIDO PARA 7.0 °C

CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS			
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	734.4 EN	2	727.4	2.16	727.4	1	0.
LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES :					203.8 m			

TABLA DE TENDIDO PARA 9.0 °C

CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS			
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	723.8 EN	2	716.8	2.20	716.8	1	0.
LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES :					203.8 m			

TABLA DE TENDIDO PARA 11.0 °C

CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS			
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	713.5 EN	2	706.4	2.23	706.4	2	0.
LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES :					203.8 m			

TABLA DE TENDIDO PARA 13.0 °C

CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS			
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	703.2 EN	2	696.1	2.26	696.1	1	0.
LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES :					203.8 m			

TABLA DE TENDIDO PARA 15.0 °C

CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS			
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	693.1 EN	2	686.0	2.29	686.0	1	0.
LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES :					203.8 m			

TABLA DE TENDIDO PARA 17.0 °C

CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS			
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	683.2 EN	2	676.0	2.33	676.0	1	0.
LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES :					203.8 m			



LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 kv  
 S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
 (CAJABAMBA-PATAZ)

TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C. Fecha: 2005-05-10

Revisó: A.G.C. Fecha: 2005-05-10

Obra: 290

Hoja Nº: 362 de: 713

INGENIERIA & DISEÑO S.A.  
 \*\* PROANSA \*\*

TABLA DE TENDIDO PARA 19.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	673.4	EN 2	666.3	2.36	666.3	2.36	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 21.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	663.9	EN 2	656.7	2.40	656.7	2.40	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 23.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	654.4	EN 2	647.3	2.43	647.3	2.43	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 25.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	645.2	EN 2	638.0	2.47	638.0	2.47	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 27.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	636.1	EN 2	628.9	2.50	628.9	2.50	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 29.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	627.2	EN 2	620.0	2.54	620.0	2.54	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 31.0 °C

			CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)	
1	2	618.4	EN 2	611.3	2.57	611.3	2.57	1 2	0. 0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m



LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 kV  
 S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
 (CAJABAMBA-PATAZ)

TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C	Fecha: 2005-05-10
Revisó: A.G.C	Fecha: 2005-05-10
Obra: 290	
Hoja N°: 363	de: 713



INGENIERIA & DISEÑO S.A.  
\*\* PROMESA \*\*

TABLA DE TENDIDO PARA 33.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	609.9 EN	2	602.7	2.61	602.7	2	0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 35.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	601.5 EN	2	594.3	2.65	594.3	2	0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 37.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	593.3 EN	2	586.0	2.69	586.0	2	0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 39.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	585.2 EN	2	578.0	2.72	578.0	2	0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m

TABLA DE TENDIDO PARA 41.0 °C

		CONDUCTOR EN POLEAS			CONDUCTOR EN GRAPA		VERTICALIDAD CADENAS	
TORRE I	TORRE J	TENSION LONG. (kg)	TENSION HOR. (kg)	FLECHA (m)	TENSION HOR (kg)	FLECHA (m)	TORRE	CORRECCION (cm)
1	2	577.3 EN	2	570.1	2.76	570.1	2	0.

LONGITUD DE CONDUCTOR ENTRE EJES DE RETENCIONES : 203.8 m



LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 60 KV  
S/E SANTA MÓNICA- S/E MORENA  
(CAJABAMBA-PATAZ)

TABLAS DE TENDIDO

Diseño: E.T.C

Fecha: 2005-05-10

Revisó: A.G.C.

Fecha: 2005-05-10

Obra 290

Hoja N°: 384 de: 713

## **ANEXO I**

**PRUEBAS N° 1 - AISLAMIENTO FASE - TIERRA Y ENTRE FASES**

LINEA : S.E. CAJABAMBA - S.E. MORENA

LUGAR, FECHA Y HORA : S.E. CAJABAMBA TORRE 1, 24 DE SEPTIEMBRE DEL 2005, 10:00 AM

**1. PROCEDIMIENTO**

- A. Para medir el aislamiento fase-tierra (1,2 y 3) conectar en un extremo de la línea el Megohmetro tal como se indica en los gráficos de la prueba N°. 1.
- B. Para medir el aislamiento entre fases (4,5,6) conectar en un extremo de la línea el Megohmetro tal como se indica en los gráficos en la prueba N°. 1.

**Precisiones**

- a) Megohmetro de 15,000 V aplicado durante un minuto.
- b) Mediciones de temperatura y humedad relativa durante la prueba.

**2. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES**

Numero de Pruebas	Fases	Resistencia Medida (M $\Omega$ )	Tiempo de Aplicación	Observaciones
1	A	1200	60 Seg	Ok
2	B	1050	60 Seg	Ok
3	C	1050	60 Seg	Ok
4	A-B	1050	60 Seg	Ok
5	B-C	1050	60 Seg	Ok
6	C-A	1050	60 Seg	Ok

**3. DATOS AMBIENTALES**

- Hora de inicio : 10:30 a.m.
- Temperatura inicial : 24.9 °C
- Humedad relativa inicial : 34.1%
- Temperatura final : 24.4 °C
- Humedad relativa final : 33.1%
- Hora final : 10:58 a.m.
- Apreciación general del clima en la zona : SOLEADO

**4. EQUIPOS DE PRUEBA**

	Marcas	Tipo	N° Serie	Escala
Megohmetro	MEGABRAS	MI15KV	OR6011	0 a 2'000 000 Mohm
Higrometro	AEMC	CA846	1020BGCY	0-100%
Termómetro	AEMC	CA846	1020BGCY	-20 -60°C

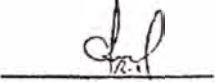

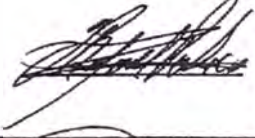
**5. DETERMINACION DEL AISLAMIENTO**

Fase Tierra (Promedio) = 1100 MEGAOHMOS

Fase - Fase (promedio) = 1050 MEGAOHMOS

**6. OBSERVACIONES**

Aislamiento de la linea se encuentra en buenas condiciones.

EJECUTO CONTRATISTA	REVISO SUPERVISION	VºBº PROPIETARIO
Nombre : RUBEN CASTILLON EDESCANO	Nombre : WILMER E. CHUQUIMBALQUI T.	Nombre : RAFAEL PACHECO LUNA
Fecha : 24/Sep/2005	Fecha : 24/Sep/2005	Fecha : 2005-09-24
Firma: 	Firma: 	Firma: 

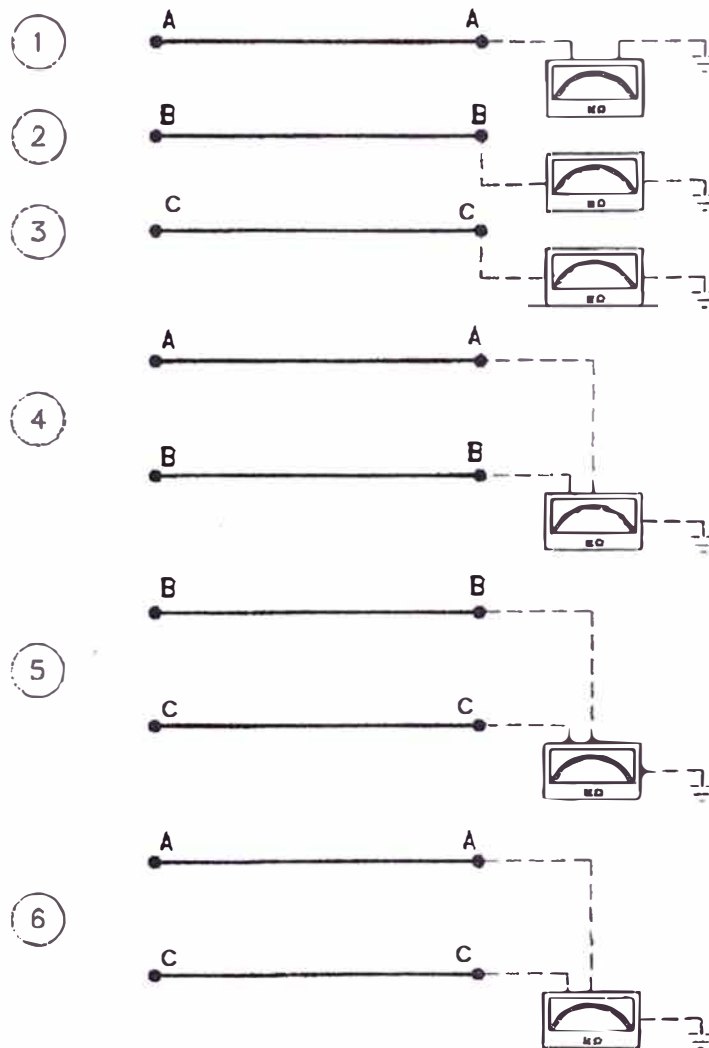
# PRUEBA N°1 - AISLAMIENTO FASE-TIERRA Y ENTRE FASES

## ESQUEMA DE MEDICION

S.E. MORENA

S.E. CAJABAMBA

MEGOMETRO



**PRUEBA N°. 2 - RESISTENCIA ELECTRICA DE CONDUCTORES**

LINEA : S.E. CAJABAMBA - S.E. MORENA  
 LUGAR, FECHA Y HORA : S.E. CAJABAMBA TORRE 1, 24 DE SEPTIEMBRE DEL 2005

**1.- PROCEDIMIENTO**

- A. Cortocircuitar un extremo de la línea los conductores de las tres fases. En el otro extremo se conecta una fuente de corriente continua de 12 voltios.
- B. Verificar que circule por lo menos 1 Amperio.
- C. Repetir tomando los conductores de fase de dos en dos.

**Valores Teóricos**

Conductor : AAAC  
 Sección (MM<sup>2</sup>) : 120  
 Longitud de conductor (km) : 50.76

**2.- RESULTADO DE LAS MEDICIONES**

Número de Pruebas	Fases	V (Voltios)	I (Amperios)	R por fases ( $\Omega$ ) R = V/2I
1	A-B	26.10	0.908	14.372
2	B-C	25.90	0.905	14.309
3	C-A	25.90	0.902	14.357
			Promedio	14.346



**3.- DATOS AMBIENTALES**

- Hora de inicio : 11:08 a.m.
- Temperatura inicial (°C) : 25 °C
- Humedad relativa inicial (%) : 33.8%
- Temperatura final (°C) : 24.8°C
- Humedad relativa final (%) : 33.4%
- Hora final : 11:17 a.m.
- Apreciación general del clima en la zona : NUBLADO

**4.- EQUIPOS DE PRUEBA**

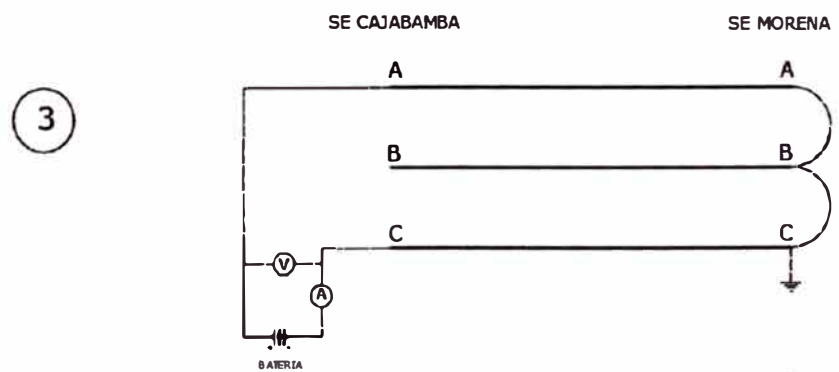
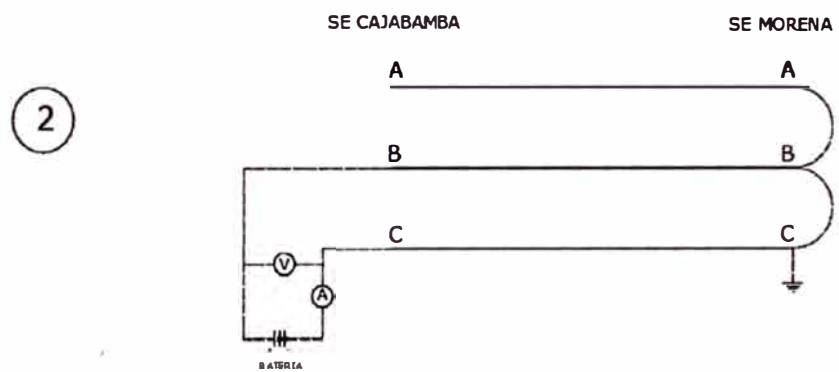
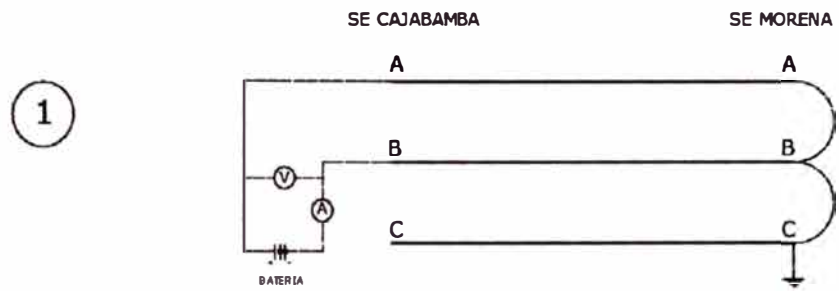
	Marca	Tipo	N° Serie	Escala
Amperímetro	FLUKE	79III	AA00173619	0 - 10 A
Voltímetro	AEMC	3945/MN193	131826CDDV	0-680 VDC
Higrometro	AEMC	CA846	1020BGCY	0 - 100%
Termometro	AEMC	CA846	1020BGCY	-20 -60 °C

**5.- RESUMEN**

Resistencia medida : R = 14.346 Ohm

EJECUTO CONTRATISTA	REVISO SUPERVISION	V°B° PROPIETARIO
<p>Nombre : RUBEN CASTILLON ELESCANO</p> <p>Fecha : 24/Sep/2005</p> <p>Firma: </p>	<p>Nombre : WILMER E. CHUQUIMBALQUI T.</p> <p>Fecha : 24/Sep/2005</p> <p>Firma: </p>	<p>Nombre : RAFAEL PACHECO LUNA</p> <p>Fecha : 2005-09-24</p> <p>Firma: </p>

PRUEBA N° 2 - RESISTENCIA ELECTRICA DE CONDUCTORES  
ESQUEMA DE MEDICION



**PRUEBAS N°. 3 - MEDICION DE LA IMPEDANCIA DE SECUENCIA  
POSITIVA O DIRECTA**

**LINEA** : S.E. CAJABAMBA - S.E. MORENA  
**LUGAR, FECHA Y HORA** : S.E. CAJABAMBA TORRE 1, 24 DE SEPTIEMBRE DEL 2005.

**1.- PROCEDIMIENTO**

- A. En un extremo de la línea cortocircuitar las tres fases a tierra y en el otro extremo conectar un generador de Corriente Alterna Monofásico.  
B. Tomar medidas.

**2.- RESULTADOS DE LAS MEDICIONES**

Fases	V (Voltios)			I (Amperios)			Resistencia por Fase $Z = V/I$		
A-B	224.4	∠	0	3.8	∠	-61	29.53	∠	61
B-C	223.1	∠	0	3.6	∠	-62	30.99	∠	62
C-A	224.9	∠	0	3.5	∠	-64	32.13	∠	64
PROMEDIO							30.87	∠	62.37

**3.- DATOS AMBIENTALES**

- Hora de inicio : 11:49
- Temperatura inicial (°C) : 24 °C
- Humedad relativa inicial (%) : 36.4%
- Temperatura final (°C) : 26.5 °C
- Humedad relativa final (%) : 27.0 %
- Hora final : 12:17 PM
- Apreciación general del clima en la zona : NUBLADO

## 4. EQUIPOS DE PRUEBA

	Marca	Tipo	N° Serie	Escala
Amperímetro	AEMC	3945/MN193	131826CDDV	0-100A
Voltímetro	AEMC	3945/MN193	131826CDDV	0-680VDC
Fasímetro	AEMC	3945/MN193	131826CDDV	0 - 360°
Higrometro	AEMC	CA846	1020BGCY	0 - 100%
Termometro	AEMC	CA846	1020BGCY	-20 -60°C
Grupo Electrogenero	HONDA	EM35005	—	3.5 KVA

## 5. DETERMINACION DE LA IMPEDANCIA DE SECUENCIA POSITIVA POR FASE

$$Z = \sum Z/3$$

$$X = Z \sin \theta$$

$$R = Z \cos \theta$$

Donde :

Z = Impedancia promedio de secuencia positiva




X = Inductancia de secuencia positiva

R = Resistencia de secuencia positiva

Resumen

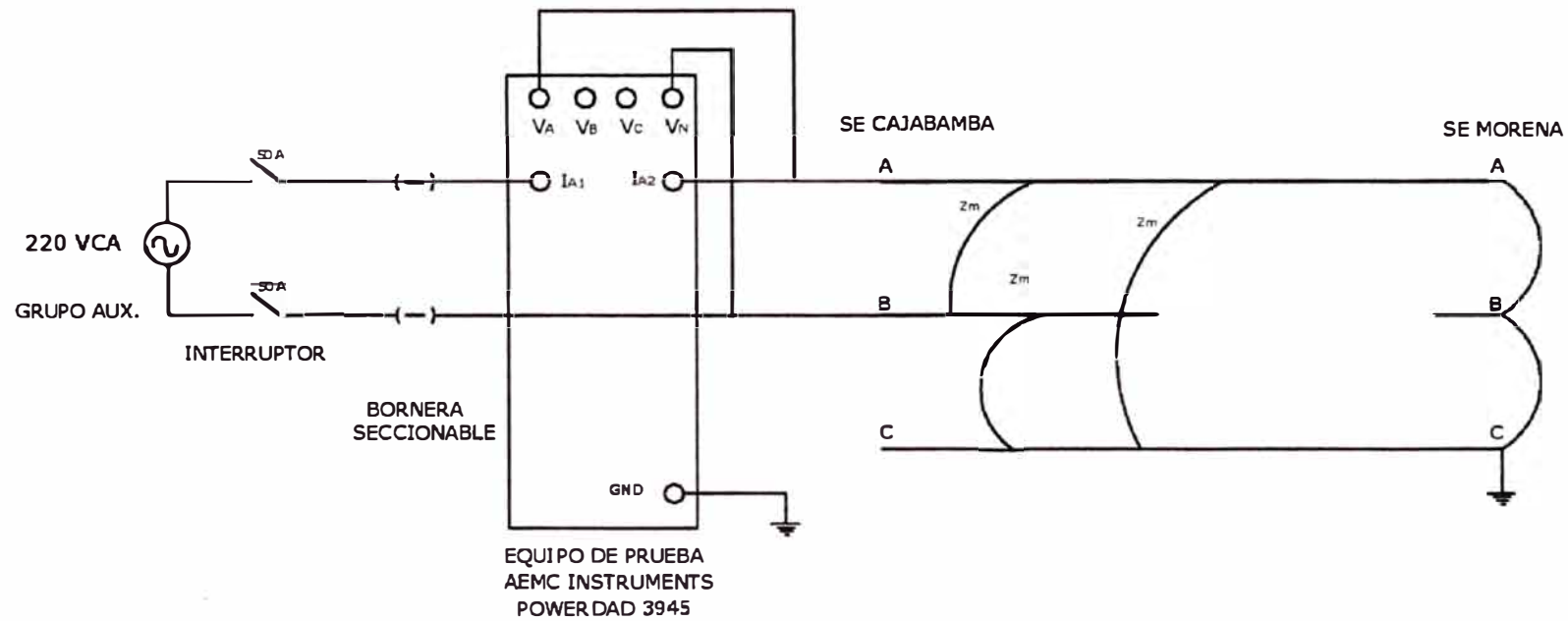
$$Z = R + jx \text{ Ohmios}$$

VALORES (Promedio)	
MEDIDOS	
R	14.32
X	27.35
Z	30.87
Z =	30.87 $\angle$ 62.37

EJECUTO CONTRATISTA	REVISO SUPERVISION	VºBº PROPIETARIO
Nombre : RUBEN CASTILLON ELESICANO Fecha : 24/Sep/2005 Firma: 	Nombre : WILMER E. CHUQUIMBALQUI TAMAYO Fecha : 24/Sep/2005 Firma: 	Nombre : RAFAEL PACHECO LUNA Fecha : 2005-09-24 Firma: 

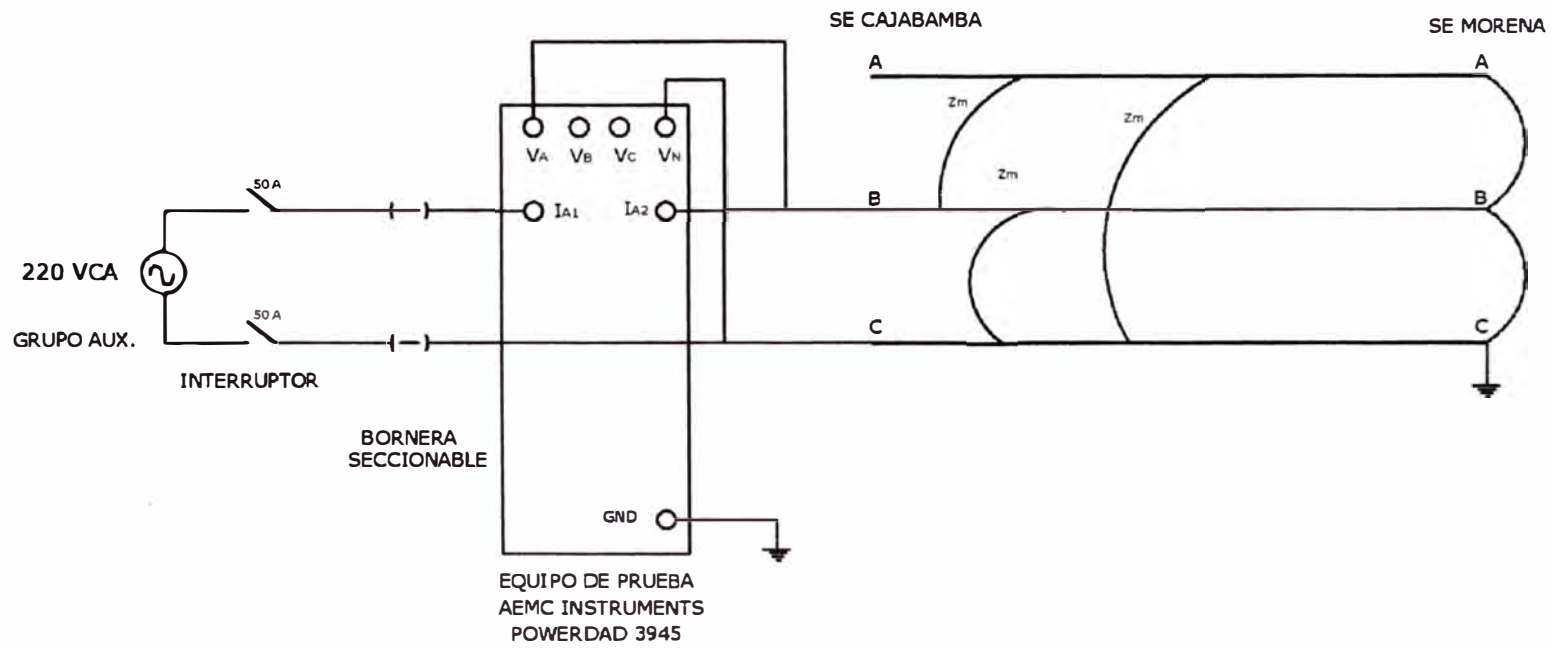
PRUEBA N° 3

MEDICION DE LA IMPEDANCIA DE SECUENCIA POSITIVA  
ESQUEMA DE MEDICION PARA FASE A-B



### PRUEBA N° 3

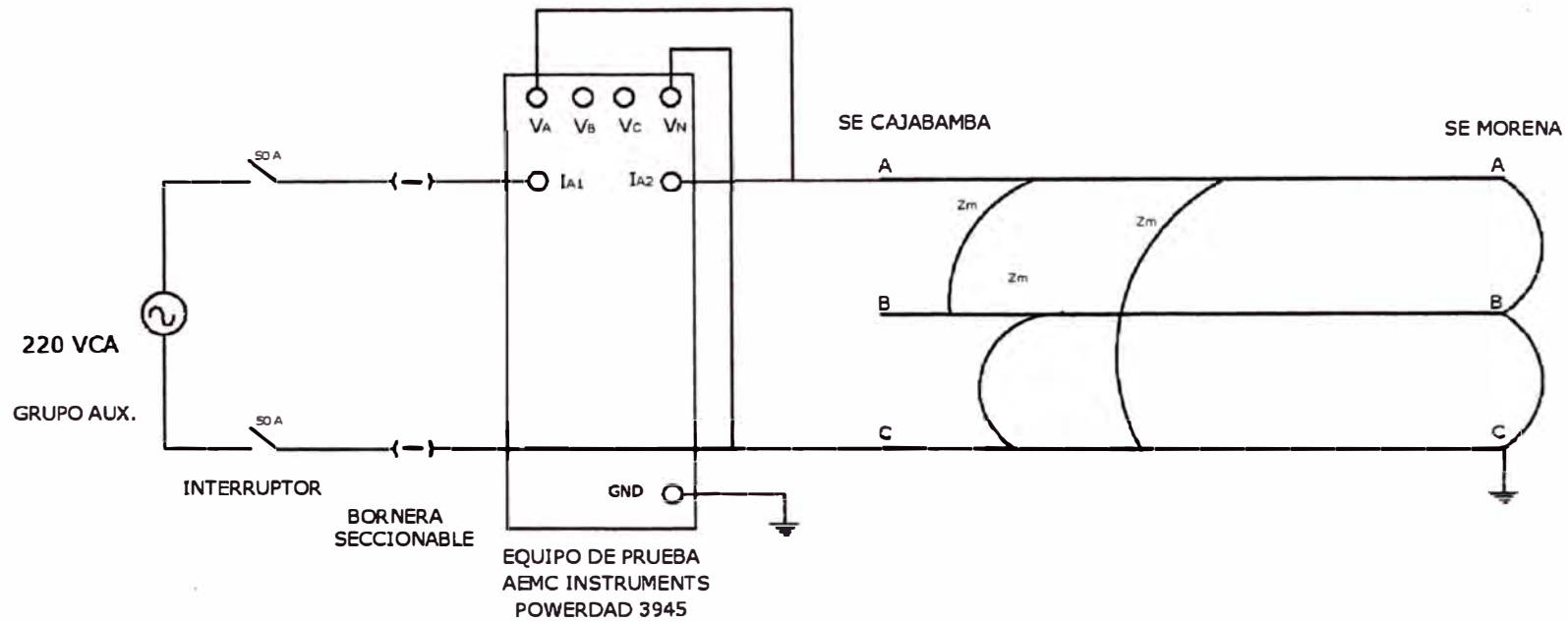
#### MEDICION DE LA IMPEDANCIA DE SECUENCIA POSITIVA ESQUEMA DE MEDICION PARA FASE B-C





### PRUEBA N° 3

#### MEDICION DE LA IMPEDANCIA DE SECUENCIA POSITIVA ESQUEMA DE MEDICION PARA FASE A-C



### PRUEBA N°. 4 - MEDICION DE LA IMPEDANCIA HOMOPOLAR

**LINEA** : S.E. CAJABAMBA - S.E. MORENA  
**LUGAR, FECHA Y HORA** : S.E. CAJABAMBA TORRE 1, 24 DE SEPTIEMBRE DEL 2005.

#### 1.- PROCEDIMIENTO

- A. Cortocircuitar las 3 fases en ambos extremos de la línea y poner a tierra uno de ellos.
- B. Alimentar el otro extremo con un generador de corriente alterna en la forma que se indica en el gráfico de la prueba N°. 4.
- C. El retorno de corriente se realiza por tierra.

#### 2.- RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

	MEDIDA		MEDIDA	
U <sub>o</sub> (V)	223.4	∠ 0.00	Voltios	∠ Grados
I <sub>a</sub> (A)	6.21	∠ -58	Amperios	∠ Grados

#### 3.- DATOS AMBIENTALES

- Hora de inicio : 12:25 p.m.
- Temperatura inicial (°C) : 27 °C
- Humedad relativa inicial (%) : 26,5 °C
- Temperatura final (°C) : 27,1 °C
- Humedad relativa final (%) : 30%
- Hora final : 12:30 p.m.
- Apreciación general del clima en la zona : NUBLADO

#### 4.- EQUIPOS DE PRUEBA

	Marca	Tipo	N° Serie	Escala
Voltímetro	AEMC	3945/MN193	131826CDDV	0-680VDC
Amperímetro	AEMC	97III	131826CDDV	0-100A
Higrometro	AEMC	CA846	1020B6CY	0-100%
Termometro	AEMC	CA846	1020B6CY	-20 -60°C
Grupo Elect.	HONDA	EM3500S	---	3.5KW
Fuente C.A., 1Ø, Grupo Electrogeno,				

### 5. DETERMINACION DE LA IMPEDANCIA HOMOPOLAR

Formulas u:

$$\vec{Z}_0 = \frac{\vec{U}_0 / \vec{I}_0}{\vec{I}_0} = 3 \vec{U}_0 / \vec{I}_a$$

$$\vec{I}_a = 3 \vec{I}_0$$

$$L = \text{km (Longitud de la línea)}$$

	ARGUMENTO	UNIDADES
$Z_0$	107.92	Ohmios
$Z_{0I}$	2.126	Ohmios/Km

Donde :

$Z_0$  = Impedancia homopolar / fase

$z_{0I}$  = Impedancia homopolar / km

$$R_0 = |Z_0| \cos \theta_0$$




$$X_0 = |Z_0| \sin \theta_0$$

### RESUMEN

$$Z_0 = R_0 + jX_0$$

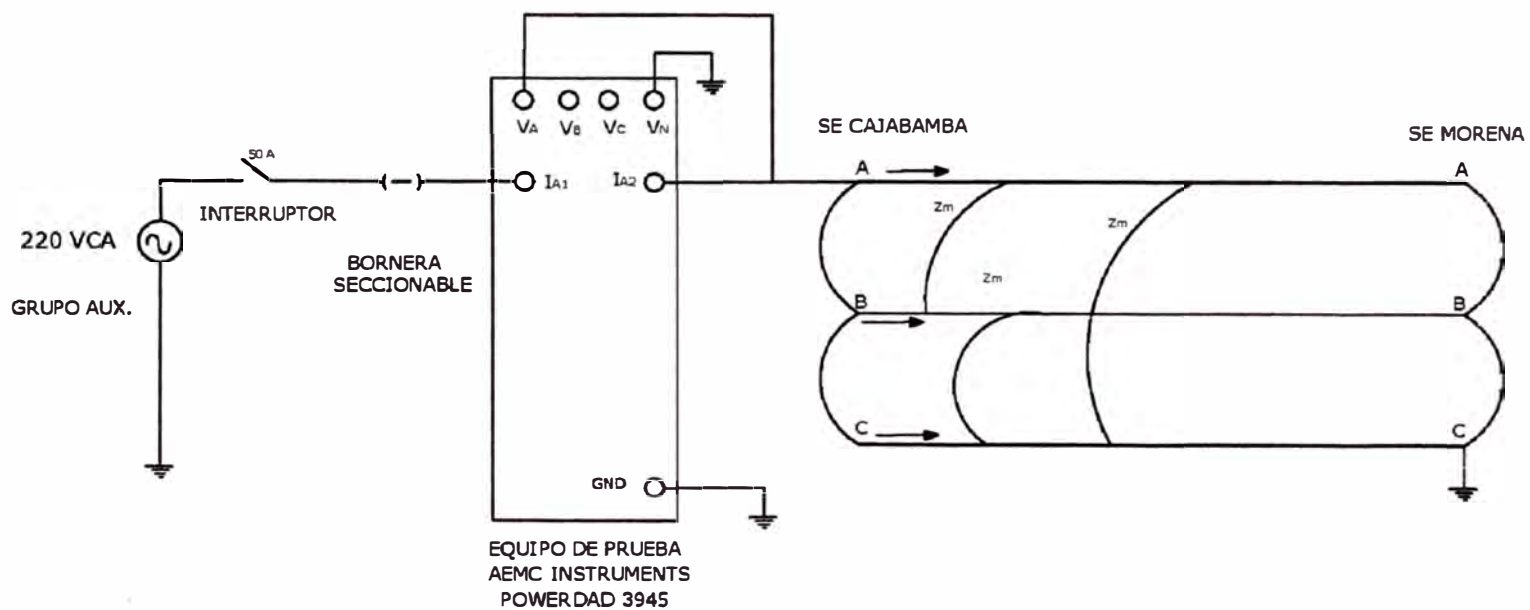
$$Z_0 = 57.19 + j 91.5$$

$$Z_0 = 107.9 < 58.00$$

EJECUTO CONTRATISTA	REVISO SUPERVISION	VºBº PROPIETARIO
Nombre RUBEN CASTILLON EDESCANO Fecha : 24/Sep/2005 Firma: 	Nombre : WILMER E. CHUQUIMBALQUI T. Fecha : 24/Sep/2005 Firma: 	Nombre : RAFAEL PACHECO LUNA Fecha : 2005-09-24 Firma: 

### PRUEBA N° 4

### MEDICION DE LA IMPEDANCIA HOMOPOLAR ESQUEMA DE MEDICION



**PRUEBAS N° 5 - MEDICION DE LA IMPEDANCIA PROPIA Y MUTUA**

**LÍNEA** : S.E. CAJABAMBA - S.E. MORENA  
**LUGAR, FECHA Y HORA** : S.E. CAJABAMBA TORRE 1, 24 DE SEPTIEMBRE DEL 2005.

**1.- PROCEDIMIENTO**

- A. Cortocircuitar las 3 fases en un extremo de la línea y en el otro extremo conectar un generador de corriente alterna monofásica, en la forma que se indica en el gráfico N° 5.
- B. Medir tensiones y corrientes
- C. Cambiar de fase y repetir

**2.- RESULTADOS DE LAS MEDICIONES**

	Fase R	Fase S	Fase T	Unidad
U	223.8 ∠ 0	223.6 ∠ 0	223.60 ∠ 0	Voltios ∠ Grados
I	3.90 ∠ -60	3.91 ∠ -60	3.95 ∠ -60	Amperios ∠ Grados
U <sub>o</sub> (A)		109.5 ∠ 0	100.00 ∠ 0	Voltios ∠ Grados
U <sub>o</sub> (B)	109.7 ∠ 0		101.20 ∠ 0	Voltios ∠ Grados
U <sub>o</sub> (C)	100.2 ∠ 0	101.4 ∠ 0		Voltios ∠ Grados

**3.- DATOS AMBIENTALES**

- Hora de inicio : 12:35 p.m.
- Temperatura inicial : 26.1 °C
- Humedad relativa inicial : 28.5%
- Temperatura final : 25.2 °C
- Humedad relativa final : 28%
- Hora final : 12:47 p.m.
- Apreciación general del clima en la zona : NUBLADO

**4.- EQUIPO UTILIZADO Y CONDICIONES CLIMATICAS**

	Marca	Tipo	N° Serie	Escala
Amperímetro	AEMC	3945/MNI93	131826CDDV	0 - 100 A
Voltímetro 1	AEMC	3945/MNI93	131826CDDV	1 mV - 1000 V
Voltímetro 2	AEMC	3945/MNI93	131826CDDV	1 mV - 1000 V
Voltímetro 3	AEMC	3945/MNI93	131826CDDV	1 mV - 1000 V
Higrometro	AEMC	CA846	102086CY	0 - 100 %
Termometro	AEMC	CA846	102086CY	-20 -60°C

Fuente Corriente Alterna Monofásica

**DETERMINACION DE LA IMPEDANCIA PROPIA Y MUTUA (Valores medidos)**

Impedancia Propia

$$\vec{Z}_p = \vec{V} / \vec{I}$$

Impedancia Mutua

$$\vec{Z}_m = \vec{V}_o / \vec{I}$$

a) Impedancia Propia

	R	S	T	PROMEDIO
Zp	57.4 ∠ 60	57.2 ∠ 60	56.6 ∠ 60	57.1 ∠ 60


b) Impedancia Mutua

	R	S	T	PROMEDIO
Zm	26.9 ∠ 60	27.0 ∠ 60	25.5 ∠ 60	26.4 ∠ 60

**6. RESUMEN DE VALORES MEDIDOS**

$$Z_p = 28.5 + j 49.4 = 57.1 \angle 60$$

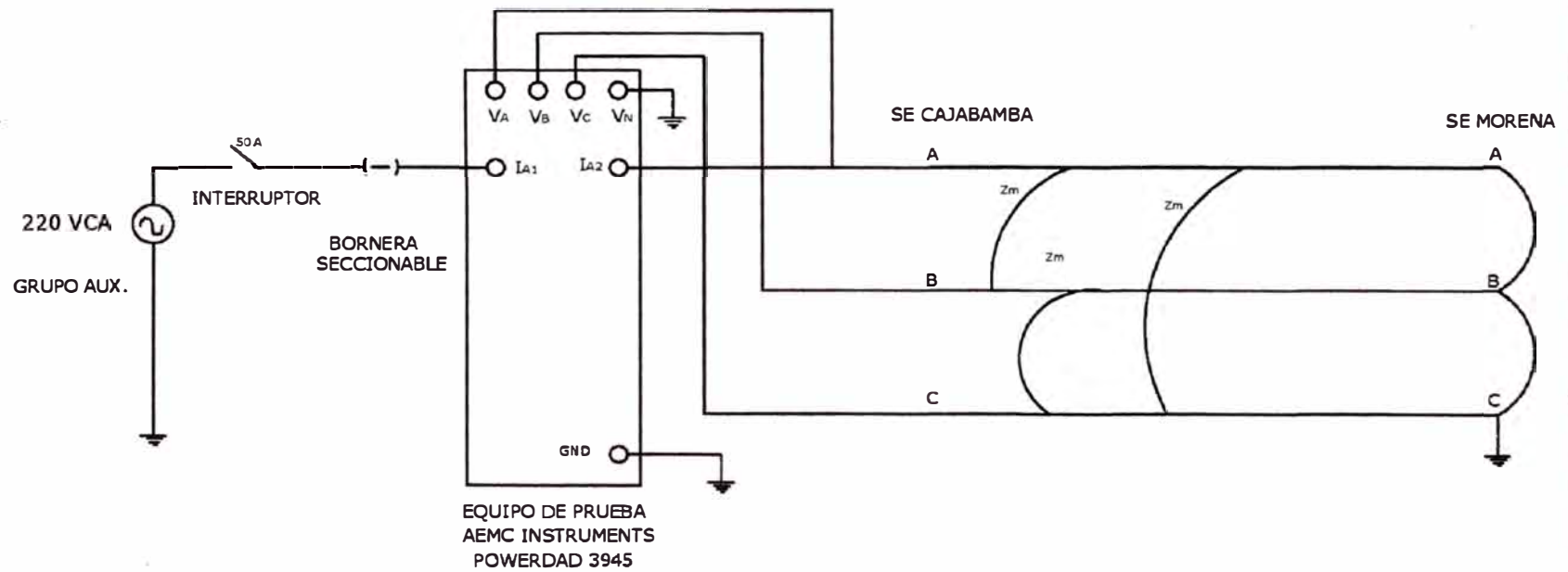
$$Z_m = 13.2 + j 22.9 = 26.4 \angle 60$$

EJECUTO CONTRATISTA	REVISO SUPERVISION	VºBº PROPIETARIO
Nombre : RUBEN CASTILLO ELESCANO Fecha : 24/Sep/2005 Firma: 	Nombre : WILMER E. ORQUIMBALQUI T. Fecha : 24/Sep/2005 Firma: 	Nombre : RAFAEL PACHECO LUNA Fecha : 2005-09-24 Firma: 



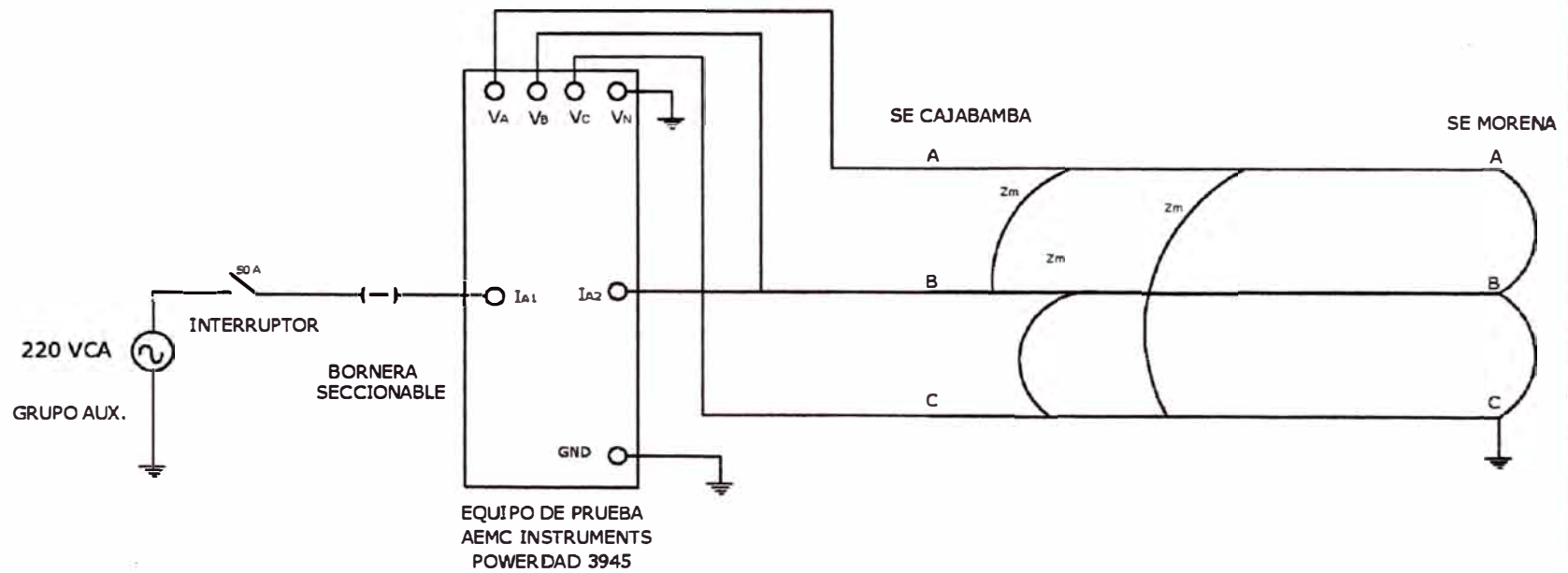
### PRUEBA N° 5

#### MEDICION DE LA IMPEDANCIA PROPIA Y MUTUA ESQUEMA DE MEDICION PARA LA FASE A



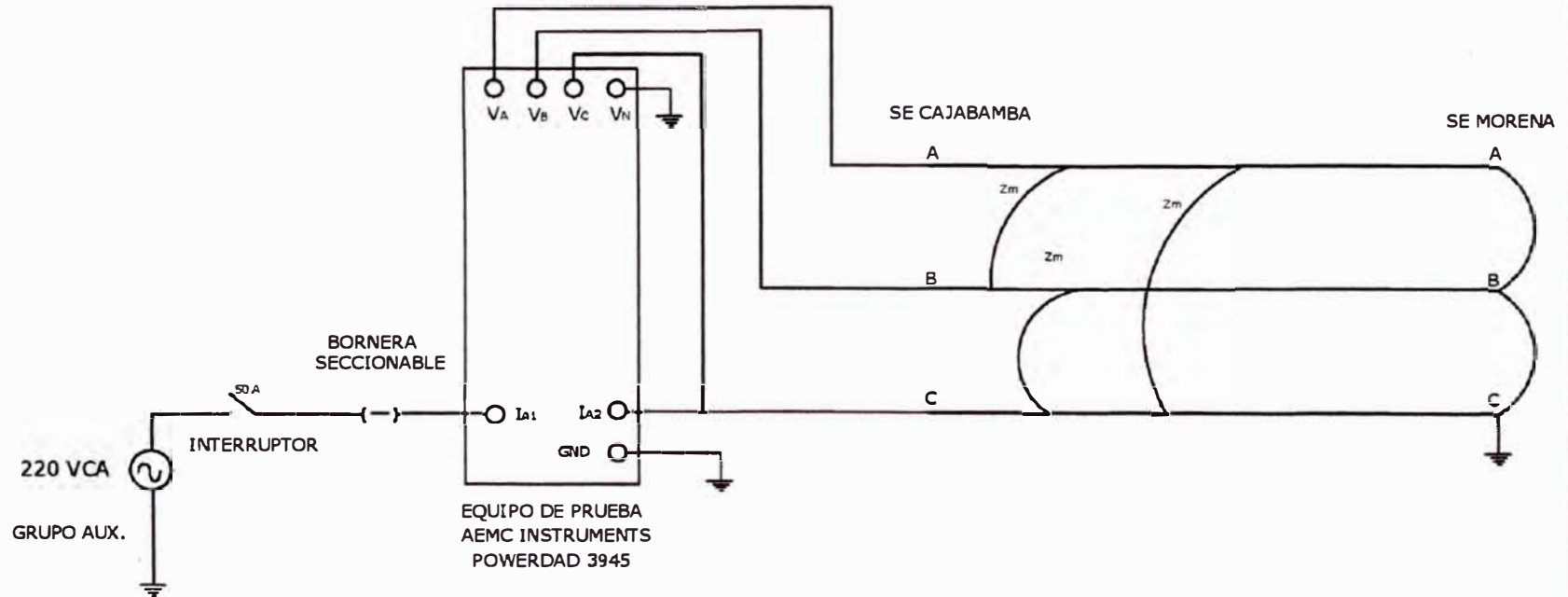
### PRUEBA N° 5

#### MEDICION DE LA IMPEDANCIA PROPIA Y MUTUA ESQUEMA DE MEDICION PARA LA FASE B



### PRUEBA N° 5

#### MEDICION DE LA IMPEDANCIA PROPIA Y MUTUA ESQUEMA DE MEDICION PARA LA FASE C



**LINEA DE TRANSMISION 60 kV CAJABAMBA - MORENA  
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO  
PARAMETROS DE LINEA**

**Lineas o cable de energia**

Longitud Topografica(km)	49,28	
Longitud Real considerando el flechado(km)	50,76	3%

**Conductor**

Tipo	AAAC
Seccion	120 mm <sup>2</sup>
Resistencia en C.C. OHM/km a 20 °C	0,2853
Resistencia en C.A. OHM/km a 20 °C	0,2853

**Impedancias teoricas**

	R	jXL	(Ω/Km)
Secuencia positiva	0,2853	0,4981	(Ω)
Secuencia cero	14,48	25,28	(Ω)
Propia	-	-	
Mutua	-	-	

**Resistividad del terreno**

De la zona de la primera torre (OHM-m)	198,9
De la Zona de la última torre(OHM-m)	735,4
Resistividad promedio del terreno(OHM-m)	955,62

**Aisladores**

Tipo de Aislador PORCELANA, ANSI 52-3, Linea de Fuga 292 mm(marron)

Numero de cadenas por fases

1

Numero de aisladores por cadena

> a 3500 msnm		< a 3500 msnm	
suspension	anclaje	suspension	anclaje
6	7	5	6

**torres de la Linea de Transmision**

Tipo

Torre tipo S(S-3,S+0,S+3,S+6)

Torre tipo A(A-3,A+0,A+3,A+6)

Torre tipo T(T-3,T+0,T+3)

Torre tipo TE(TE-3,TE+0,TE+3)

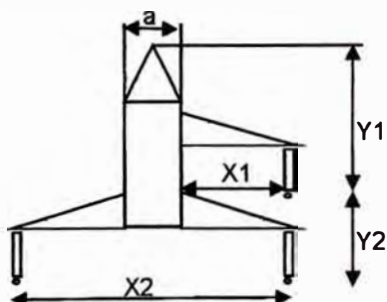
Suspension (0°/2°)

Retension intermedia (0°/20°)

Retension interm y/o terminal (0°/60°)

Retension terminal para vanos grandes (0°/95°)

Disposición típica de conductores



tipo	S	A	T	TE
a	0,8	1	1	1
Y1	3	4	4	4
Y2	2,8	2,8	2,8	4,2
X1	2	2	1,75	1,75
X2	4,8	5	5,5	6

## **ANEXO J**

OSRA :L.T. 60 KV. Cajabamba - Morena

Protocolo de Verticalidad y Torsión

Torre			Tipo de Torre	Verticalidad				Torsión (Brazos)			OBSERVACIONES			
N°	Tipo	Punto TOP.		Paralelo mm.	Perpend. mm.	Alineamiento mm.	Fase 1 mm.	Fase 2 mm.	Fase 3 mm.					
2	A		-3	10	I	12	T	20	A	20	A	20	T	2005-06-24
3A	T		+3	25	D	25	A	10	A	10	A	10	T	2005-06-24
1	TE		-3	20	D	20	T	20	A	20	A	20	T	2005-06-23
8	T		+3	10	I	20	A	15	A	20	A	20	T	2005-06-23
13	TE		-3	15	D	20	A	18	A	18	T	18	A	2005-06-24

SUPERVISIÓN ACREDITADA  
 LT. 60KV S.E. STA. MORENA (CAJABAMBA)  
 S.E. MORENA (PATATE)

- Revisado
- Aprobado Cl. Observaciones
- Aprobado
- No Aprobado



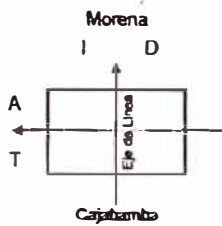
SUPERVISIÓN ACREDITADA

Jhon Aguilar López 2005-06-24

Jhon Aguilar López SUPERVISOR

Son 05 TORRES

CONTROL DE TORRES



LEYENDA

- D = Derecha
- I = Izquierda
- A = Adelante
- T = Atrás

Alineamiento = 50 mm.

Verticalidad = 3 mm / m.

Orientación = 1/2 grado Sexagesimal

*[Handwritten signature]*  
 SUPERVISOR

Aprobado	Fecha	Nombre	Firma
	24/06/05	JHON AGUILAR LÓPEZ	<i>[Signature]</i>
	2005-06-24	JOSÉ SALCEDO ROLDÁN	<i>[Signature]</i>



PROYECTO LAT - CMPSA L.T. 60 KV. CAJABAMBA - MORENA PROTOCOLO TÉCNICO DE MONTAJE																																																			
Torre N° <u>001</u> Tramo N° <u>T<sub>1</sub>-T<sub>13</sub></u> Tipo Fundación <u>Puercilla</u> Plano N°	<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tipo</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">TE</td> <td style="padding: 2px;">PATA (A)</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">T</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">A</td> <td style="padding: 2px;">PATA (B)</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">CAJABAMBA</td> <td colspan="2" style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center;">MORENA</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Extensión</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">TE-3</td> <td style="padding: 2px;">PATA (D)</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">D</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">D</td> <td style="padding: 2px;">PATA (C)</td> </tr> </table>	Tipo	TE	PATA (A)	T	A	PATA (B)			CAJABAMBA			MORENA	Extensión	TE-3	PATA (D)	D	D	PATA (C)																																
Tipo	TE	PATA (A)	T	A	PATA (B)																																														
		CAJABAMBA			MORENA																																														
Extensión	TE-3	PATA (D)	D	D	PATA (C)																																														
Extensión de Patas		P-A	P-B	P-C	P-D																																														
		0	0	0	0																																														
D = Derecha I = Izquierda A = Adelante T = Atrás	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="4">Verticalidad</th> <th colspan="6">Torsión (Brazos)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Paralelo</th> <th colspan="2">Perpend.</th> <th colspan="2">Alineamiento</th> <th colspan="2">Fase 1</th> <th colspan="2">Fase 2</th> <th colspan="2">Fase 3</th> </tr> <tr> <th>mm.</th> <th></th> <th>mm.</th> <th></th> <th>mm.</th> <th></th> <th>mm.</th> <th></th> <th>mm.</th> <th></th> <th>mm.</th> <th></th> </tr> <tr> <td>20</td> <td>D</td> <td>20</td> <td>T</td> <td></td> <td></td> <td>20</td> <td>A</td> <td>20</td> <td>A</td> <td>20</td> <td>T</td> </tr> </table>					Verticalidad				Torsión (Brazos)						Paralelo		Perpend.		Alineamiento		Fase 1		Fase 2		Fase 3		mm.		mm.		mm.		mm.		mm.		mm.		20	D	20	T			20	A	20	A	20	T
Verticalidad				Torsión (Brazos)																																															
Paralelo		Perpend.		Alineamiento		Fase 1		Fase 2		Fase 3																																									
mm.		mm.		mm.		mm.		mm.		mm.																																									
20	D	20	T			20	A	20	A	20	T																																								
Control de Pernos			Control General																																																
Dimensión	12.7 mm	Geometría de la Fund.																																																	
Torque	45 libras	Hito Central		OK																																															
Dimensión	15.9 mm	Relleno		FALTA																																															
Torque	65 libras	P.A.T. Instalada		OK																																															
Dimensión	—	Punzonado		OK																																															
Torque	—	Antiesc./Peldaños		FALTA	OK																																														
Control de Arandelas		Galvanizado		OK																																															
De Presión	OK	Pintura Asfáltica		OK																																															
Plana	OK	Posición de Piezas		OK																																															
		Limpieza E.I.A.		OK																																															
Observaciones:																																																			
Aprobado	Fecha	Nombre		Firma																																															
	2005-06-24	ING. ROBERTO CASTILLO LESCANO		<i>[Firma]</i>																																															
	2005-06-22	JOSE BARTOLOME SINESTRE		<i>[Firma]</i>																																															
	2005-06-24	ING. WILMER E. CHUQUIMBALOWI TAYAN		<i>[Firma]</i>																																															
	2005-06-22	MARTÍN VILA GABRIEL		<i>[Firma]</i>																																															

**FICHA TÉCNICA DE TORRE (INSPECCIÓN FINAL)**

OBRA: L. T. 60 KV. SE SANTA MÓNICA (CAJABAMBA) - SE MORENA (PATAZ)

SECCIÓN 1: LÍNEA DE TRANSMISIÓN 60 KV. CAJABAMBA - MORENA

Torre N°.: **CO1** (304)

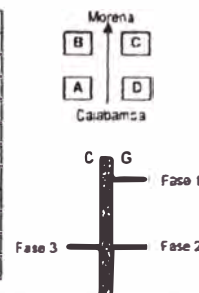
Tipo de Patas			
A	B	C	D
0	0	0	0

Fecha: **2005-05-27**

Tipo: **TE-3**

Localidad: **Cajabamba**

Item	Descripción	SI	NO	Observaciones
1	Hito Central		X	
2	Punzonado (Hasta Antiesc.)	X		
3	Antiescalamiento (2.50 m)	X		
4	Peidafios (Pata "B" o "D")	X		Pata "B"
5	Galvanizado	X		Pintar Montantes
6	Limpieza (EIA)	X		
	Long. (m)	SI	NO	Observaciones
7	Drenaje			
8	Acceso	X		Existente
	Normal	Rocoso	Cultivo	Observaciones
9	Terreno		X	



Item	Descripción	PATA DE TORRE				Observaciones
		A	B	C	D	
10	Relleno (Punta de Diamante)	OK	OK	OK	OK	
11	Pintado (Mínimo 1.0 m)	OK	OK	OK	OK	
12	Muro tipo Mortero	Requiere				
		Tipo	L			
			L			
		X	X	X	X	Muro seco (1.5m)
13	Puesta a Tierra	Tipo				
		Contrapeso (m)				
		Mediciones (5 m)				
		(10 m)				
		(15 m)				
		(20 m)				

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Adelante	Atrás	Observaciones
14	Cadenas de Suspensión	und				
		N° elem/Cad				
		Total Aislad.				
		Cad. Pateada				
15	Cadenas de Anclaje	und	6	3	3	
		N° elem/Cad	6	6	6	
		Total Aislad.	36	18	18	
		Norm / Invert	N	N	N	Adelante debe ser Invertido
16	Amortiguadores	Conductor	0	0	0	
		Cable Guarda	0	0	0	
17	Varillas de Armar	und				
18	Contrapesos	kg / fase				
		kg (Total)				
19	Balizas	und				
20	Manguitos Empalme	Conductor	Ubicación Fase 1			
			Fase 2			
		Cable Guarda	Fase 3			
21	Manguitos Reparación	Conductor	Fase 1			
			Fase 2			
		Cable Guarda	Fase 3			
22	Cuellos Muertos	Pasante				
		No Pasante	X	X	X	
		Cant. Grapas DV	1			
		G. G.	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Observaciones

Observaciones Finales: 1) Levantar placas sobre antiescalamiento

FECHA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA
2005-10-08	Ruben Cortiñas E.	<i>[Firma]</i>
2005-10-08	WILMER E. CHUQUIMBALQUI TÁMA	<i>[Firma]</i>

**PROYECTO LAT - CMPSA**  
**L.T. 60 KV. CAJABAMBA - MORENA**  
**PROTOCOLO DE PUESTA EN FLECHA DE CONDUCTORES**

N° de Torre	Vano Real (m.)	Temp. Normal		Hora de Flechado	Fecha	Angulo de Flechado	Flecha Teorica	Flecha Real	Error	OBSERVACION
		Vano de Control 1	Vano de Control 2							
1	202.6	1	2	10:00 AM	09-07-05	DIRECTA	2.33	2.33	0%	guarda
				11:00 AM	09-07-05		1.89	1.89	0%	superior
				12:00 PM	09-07-05		1.89	1.89	0%	media
				1:00 PM	09-07-05		1.89	1.89	0%	inferior
2										

**CENTINELA OBRA**

Esta revision de ninguna manera exime al contratista de su responsabilidad por la calidad y cantidad de los trabajos realizados.

Por:  Proprietario  Administrador  Supervisor  Ingeniero  Arquitecto  Electricista  Mecanico  Otro

Fecha: \_\_\_\_\_

Proyecto : L.T. 60 kv. Cajabamba - Morena PROPIETARIO : CMPSA SUPERVISION : COSEINBA CONTRATISTA : ABB  <b>PROTOCOLO DE FLECHADO DE CONDUCTORES</b>  - CONDUCTOR AAAC 120 mm2	Aprobado	Firma	Nombre	Fecha
			Ing. Wilmer E. Chuquimbalpa Tauro	
			Jose Salcedo Roldan	
			ING. RUBEN CASTILLO L.	
			TOP. JOSE ROSAS LOPEZ	

## **ANEXO K**

**PLANO:**

**- GEOLOGICO - GEOTECNICO**

## **ANEXO L**



EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN EN PARRILLAS				
RIESGOS EN EL TRABAJO			PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
ETAPAS DEL TRABAJO	RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCION	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (Actos y Condiciones Seguros)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> <li>- Accidente fatal</li> <li>- Daños a las herramientas y equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo adecuado para la labor.</li> <li>- Calzado de seguridad adecuado para la labor.</li> <li>- Casco dielectrico con barbiquejo.</li> <li>- Guantes de cuero o de badana.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparar la totalidad de los materiales, herramientas y equipos a utilizar.</li> <li>2. Verificar en el centro de trabajo que el personal cuente con todos los implementos de seguridad necesarios para esta actividad.</li> <li>3. Preparar los elementos de señalización para la zona de trabajo.</li> <li>4. El chofer deberá realizar una inspección previa, al vehículo verificando el buen funcionamiento del mismo.</li> <li>5. Todo el personal será transportando sentados en asientos adecuados.</li> <li>6. Los choferes y acompañantes usaran el cinturón de seguridad del vehículo.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las herramientas, materiales y equipo a transportar deberán ubicarse en forma ordenada y segura en el vehículo.</li> </ul>
Identificación y coordinación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo adecuado para la labor.</li> <li>- Calzado de seguridad adecuado para la labor.</li> <li>- Casco dielectrico con barbiquejo.</li> <li>- Guantes de cuero o de badana.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Identificación e inspección de la zona de trabajo.</li> <li>8. En caso de efectuar los hoyos con anterioridad, estos deben quedar cubiertos y señalizados como lo indican las normas.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes de iniciar la labor, el jefe de la cuadrilla con todo el personal tendrá la charla de seguridad de 05 minutos.</li> <li>- No iniciar las actividades sin antes de haber delimitado y protegido complementamente la zona de trabajo.</li> </ul>
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accidente fatal</li> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> <li>- Asfixia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo adecuado para la labor.</li> <li>- Calzado de seguridad adecuado para la labor.</li> <li>- Casco dielectrico con barbiquejo.</li> <li>- Guantes de cuero o de badana.</li> <li>- Lentes contra impacto</li> <li>- Cinta o malla de señalización</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Definir el espacio que requiere la zona de trabajo donde deben de estar todos los materiales, herramientas y equipos a utilizar.</li> <li>10. Retirar de la zona de trabajo a las personas, teniendo puestos los guantes de cuero y utilizando la herramienta adecuado se procede a aperturar la excavación de acuerdo a lo establecido.</li> <li>11. Verificar que las dimensiones de la excavación sean los apropiados de acuerdo a lo establecido en las normas.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir con lo establecido en las normas de señalización.</li> <li>- El material retirado del hoyo deberá estar no menos de 1 metro de la orilla.</li> <li>- Si se encuentra la excavación en una pendiente, el material debe ser retenido mediante sacos de polipropileno.</li> </ul>

Ejecución			<p>12. Por ningún motivo se permitirá que el personal suba o baje al hoyo apoyándose sobre las paredes del mismo, deberá usar lazos o escaleras.</p> <p>13. Para la ejecución de estos trabajos se deberá contar con personal de apoyo para suministrar los materiales y accesorios a instalar en el hoyo excavado y estar alerta ante cualquier imprevisto.</p> <p><b>En caso de piso de tierra.</b></p> <p>14. Utilizar mascarillas para el polvo si fuera necesario.</p>	
Culminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo</li> <li>- Calzado de seguridad</li> <li>- Casco con barbiquejo</li> <li>- Guantes de cuero</li> </ul>	15. El responsable de trabajo verificará la conformidad de la apertura de hoyos de acuerdo a las planillas propuestas.	- Cumplir en todo momento con las normas de seguridad.
Retiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> <li>- Daños a las herramientas y equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo</li> <li>- Calzado de seguridad</li> <li>- Casco con barbiquejo</li> <li>- Guantes de cuero</li> </ul>	<p>16. Retirar las señalizaciones que no sean necesarias de la zona de trabajo.</p> <p>17. Recoger los equipos y herramientas empleadas en el trabajo, verificando su operatividad para una próxima utilización.</p> <p>18. Ordenar la zona de trabajo, dejandola libre de restos de materiales y elementos extraños.</p> <p>19. En caso se deje el hoyo abierto, se deberá señalizar la zona con elementos adecuados para evitar calda de personal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reportar los equipos y herramientas que hayan sufrido desperfectos para su inmediata reparación.</li> <li>- El material sobrante se retira en forma inmediata.</li> </ul>
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <p>1. No se debe alterar el orden de los pasos estipulados y ante cualquier duda que se presente durante el trabajo , se deberá consultar a la supervisión.</p> <p>2. ¡ SUSPENDER TODO MANIOBRA SI SE PRESENTARA CUALQUIER CASO DE DUDA O ANOMALIA, HASTA QUE SEA RESUELTA!</p>				

MONTAJE DE ESTRUCTURAS EN LINEAS DE TRANSMISION DE 60 kV				
RIESGOS EN EL TRABAJO			PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
ETAPAS DEL TRABAJO	RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCION	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (Actos y Condiciones Seguras)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> <li>- Accidente fatal</li> <li>- Daños a las herramientas y equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo adecuado para la labor.</li> <li>- Calzado de seguridad adecuado para la labor.</li> <li>- Casco dielectrico con barbiquejo.</li> <li>- Guantes de cuero o de badana.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los vehiculos que se utilicen para el transporte de personal deberan encontrarse en perfecto estado de funcionamiento.</li> <li>2. Si se usan vehiculos con tolva abierta, la plataforma debe estar cerrada por los cuatro costados para evitar caida accidental del personal.</li> <li>3. Se deberá contar con personal experimentado (conocedor de todas las normas relacionadas al trabajo).</li> <li>4. Cuando se transporte personal se debe evitar sobrecargar el vehiculo.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar los equipos y materiales de trabajo antes de cargar al vehiculo.</li> <li>- No sobrecargar el vehiculo considerando su capacidad maxima del mismo.</li> <li>- Tener mucha precaución al momento de cargar los materiales equipos y demas accesorios.</li> </ul>
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> <li>- Accidente fatal</li> <li>- Daños a las herramientas y equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo adecuado para la labor.</li> <li>- Calzado adecuado para la labor</li> <li>- Casco dielectrico con barbiquejo.</li> <li>- Elementos de señalización</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Inspeccionar previamente la zona de trabajo</li> <li>6. Preparar la totalidad de los materiales, herramientas y equipos a utilizar teniendo especial cuidado en las correas de seguridad, escaleras, sogas de servicio, etc.</li> <li>7. Verificar en el centro de trabajo que el personal cuenta con todos los implementos de seguridad necesarios para esta actividad y revisar que se encuentren en perfectas condiciones.</li> <li>8. Verificar todas las herramientas, equipos e implementos de protección personal antes de iniciar las labores.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar todos los equipos antes de su utilización para asegurar un buen funcionamiento de los mismos.</li> <li>- Cumplir con lo establecido en el Reglamento de Seguridad.</li> <li>- Revisar y tomar precaución si el área de trabajo presenta desniveles.</li> </ul>
Identificación y Coordinación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> <li>- Accidente fatal</li> <li>- Daños a las herramientas y equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo adecuado para la labor.</li> <li>- Calzado adecuado para la labor.</li> <li>- Casco dielectrico con barbiquejo.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Retirar de la zona de trabajo a las personas ajenas, de ser necesario desviar el paso peatonal en la torre.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes de iniciar la labor el jefe de la cuadrilla con todo el personal tendrá la charla de 05 minutos y con las charlas de seguridad en sus fechas programadas.</li> </ul>

Identificación y Coordinación		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guantes de cuero o de badana.</li> <li>- Lentes.</li> </ul>	<p>10. Verificar el tipo de torre a ejecutar.</p> <p>11. Para colocar los vientos las barretas que servirán de soporte tiene que estar bien fijadas (enclavadas), para lo cual las sogas deben de estar correctamente amarradas.</p> <p>12. Verificar el tipo de red aérea, estructuras, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El jefe de la cuadrilla y capataz debe de coordinar las actividades que realiza cada trabajador al momento de realizar la obra de montaje.</li> <li>- El trabajador debe de estar concentrado solamente en las actividades de la obra, para evitar daños personales, materiales y corporativos.</li> </ul>
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> <li>- Accidente fatal</li> <li>- Daños a las herramientas y equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo adecuado para la labor.</li> <li>- Calzado adecuado para la labor.</li> <li>- Casco dielectrico con barbiquejo.</li> <li>- Guantes de cuero o de badana.</li> <li>- Lentes.</li> <li>- Arnés.</li> <li>- Soga de vida.</li> <li>- Estrobo.</li> </ul>	<p>13. Definir el espacio que requiere la zona de trabajo para señalizarla y dentro deben de estar todos los materiales y equipos a utilizar.</p> <p>14. Los trabajadores deberán situarse en las torres debidamente asegurados, estrobados, según el avance del montaje.</p> <p>15. Usar los elementos adecuados para la limpieza.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir con lo establecido en el Reglamento de Seguridad.</li> <li>- El trabajador debe usar estrobos, línea de vida y demás equipos de protección necesariamente cuando se encuentre operando en el montaje.</li> <li>- Tener presente en todo momento el procedimiento de trabajo ya establecido.</li> </ul>
Culminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> <li>- Accidente fatal</li> <li>- Daños a las herramientas y equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo adecuado para la labor.</li> <li>- Calzado adecuado para la labor.</li> <li>- Casco dielectrico con barbiquejo.</li> <li>- Guantes de cuero o de badana.</li> <li>- Lentes.</li> <li>- Arnés.</li> <li>- Soga de vida.</li> <li>- Estrobo.</li> </ul>	<p>16. Todo material sobrante serán guardados en sus correspondientes envases.</p> <p>17. Por ningún motivo quedarán en la zona de trabajo material sobrante.</p> <p>18. Retirar los elementos de señalización de la zona de trabajo, si ya no representa peligro a terceros, animales, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recomienda dejar el área de trabajo en estado aceptable para favorecer a las actividades posteriores.</li> <li>- El resultado del trabajo realizado no debe perjudicar al medio ambiente, dejando el area de trabajo en condiciones optimas para el normal desarrollo biológico en su entorno.</li> </ul>
Retiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traumatismo</li> <li>- Daños a terceros</li> <li>- Accidente fatal</li> <li>- Daños a las herramientas y equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo adecuado para la labor.</li> <li>- Calzado adecuado para la labor.</li> <li>- Casco dielectrico con barbiquejo.</li> </ul>	<p>19. Todo material de construcción sobrante será retirado del lugar de trabajo y reingresado a los almacenes.</p> <p>20. Ordenar la zona de trabajo, dejando sin restos de materiales y elementos dañinos al medio ambiente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reportar los equipos y herramientas que hayan sufrido desperfectos para su inmediata reparación.</li> <li>- Proceder a guardar los equipos y herramientas en lugares adecuados para mantenerlos en buen estado.</li> </ul>
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <p>1. No se debe alterar el orden de los pasos estipulados y ante cualquier duda que se presente durante el trabajo , se deberá consultar a la supervisión.</p> <p>2. I SUPENDER TODO MANIOBRA SI SE PRESENTARA CUALQUIER CASO DE DUDA O ANOMALIA, HASTA QUE SEA RESUELTA I</p>				

## **ANEXO M**





Foto N° 1: Marcación y excavación de parrillas



Foto N° 2: Instalación y montaje de parrillas



Foto N° 3: Nivelación de parrillas



Foto N° 4: Compactación de parrillas



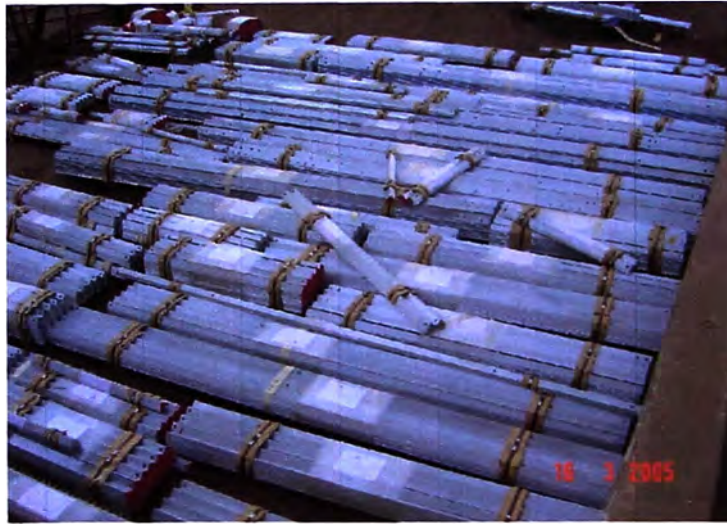


Foto N° 5: Embalamiento de perfiles de torres

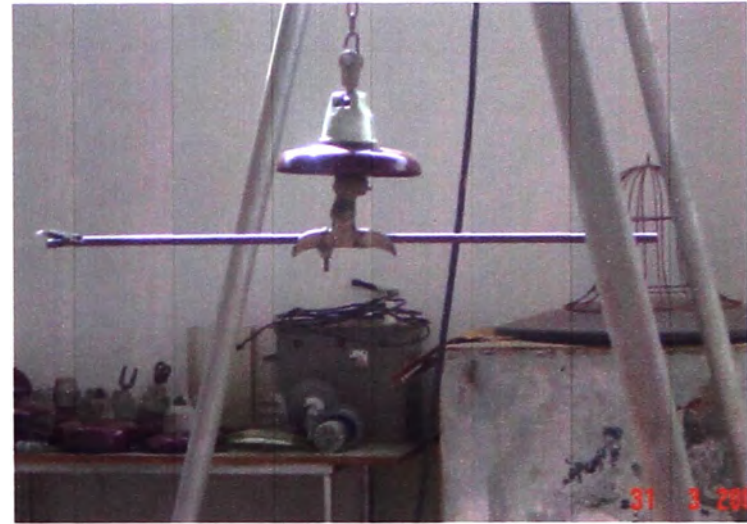


Foto N° 6: Pruebas eléctricas de aisladores - Laboratorio UNI



Foto N° 7: Pruebas mecánicas de aisladores - Lab. UNI



Foto N° 8: Medición del galvanizado - Lab. UNI



Foto N° 9: Montaje de patas y cuerpo de torres



Foto N° 11: Montaje de brazos y castillete



Foto N° 10: Montaje del cuerpo , utilizando una pluma liviana





**CONSTRUCCION DE PUESTA A  
TIERRA DE LA TORRE T-093 ZONA  
SARTIMBAMBA**

**Foto N° 13: Montaje de la puesta a tierra**



**Foto N° 14: Empalme de la torre con la puesta a tierra**



**Foto N° 15: Empalme mediante soldadura exotermica**





Foto N° 16: Tendido de conductores - Operación del Freno



Foto N° 18: Tendido de conductores - Operación del Winche

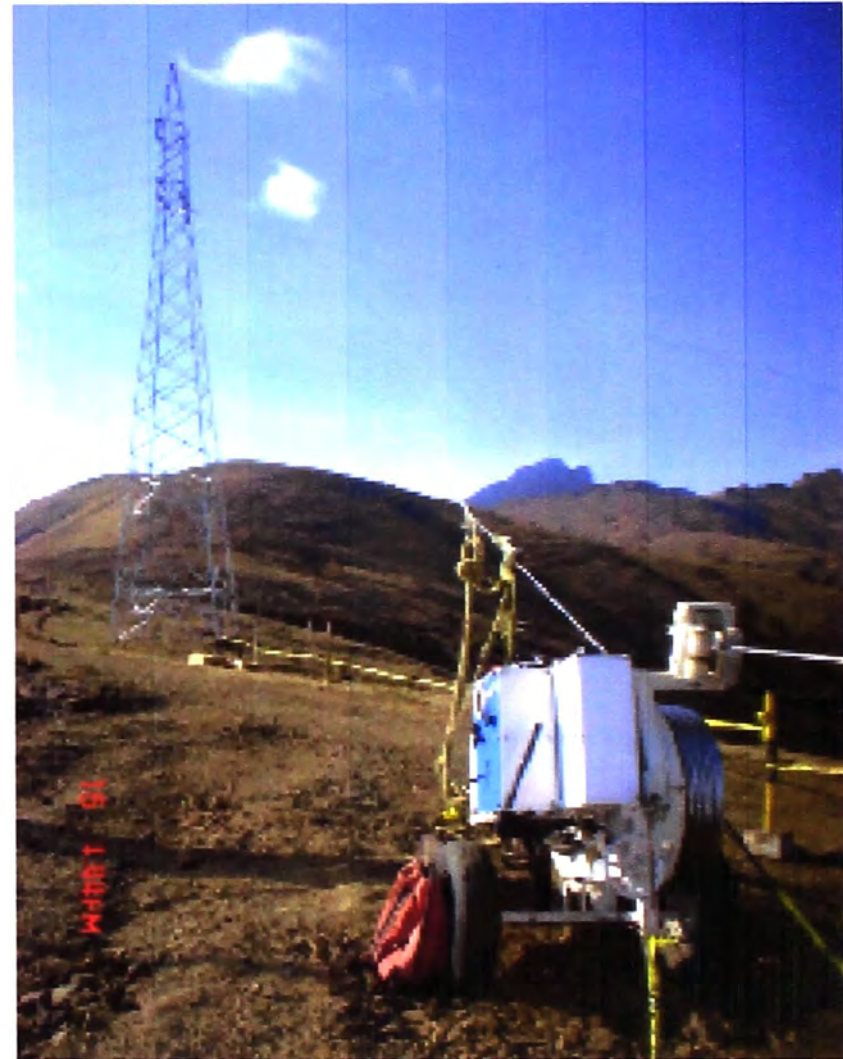


Foto N° 17: Tendido de conductores - Operación del Freno



**Foto N° 19:** Montaje de aisladores y accesorios

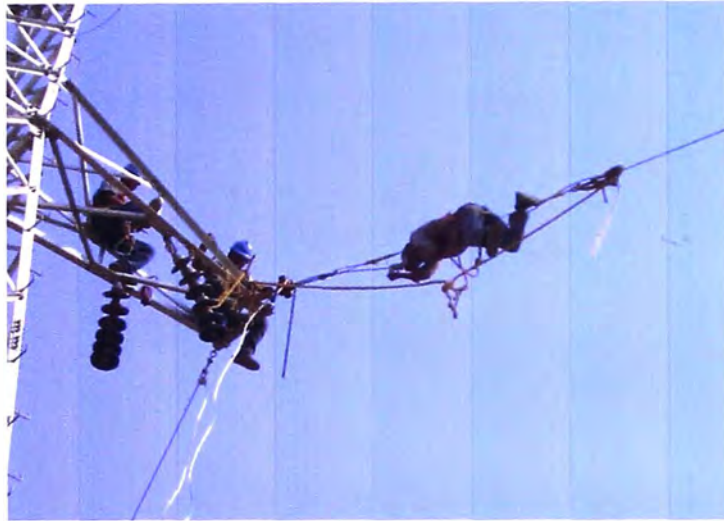


**Foto N° 21:** Regulación del conductor y cable de guarda



**Foto N° 20:** Implementos de protección personal





**Foto N° 22:** Regulación de la flecha del conductor



**Foto N° 24:** Vista final antiescalamiento, codificación y señalización



**Foto N° 23:** Vista panorámica





**Foto N° 25:** Salida LT 60 kV - SE Cajabamba  
(Cajabamba - Cajamarca)



**Foto N° 26:** Llegada LT 60 kV - SE Morena  
(Pataz - La Libertad)





**Foto N° 27:** Inicio de Pruebas de Puesta en Servicio  
Torre T-001



**Foto N° 28:** Equipo de prueba Megohmetro MI15kV



**Foto N° 29:** Medición de Aislamiento





Foto N° 30: Equipo de Prueba Megabass

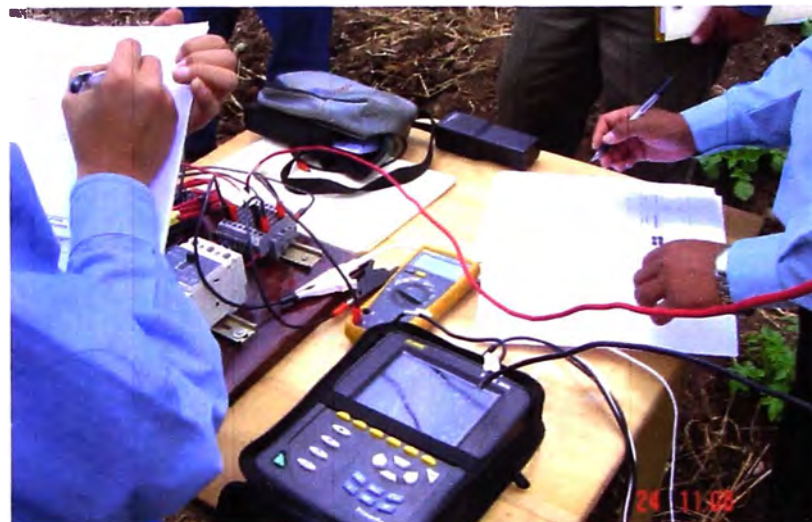


Foto N° 31: Equipo de Prueba Powerdard 3945



Foto N° 32: Fin de Pruebas, Propietario, Supervisión y Contratista





**Foto N° 33:** Entrada en servicio 22/10/2008 SE Cajabamba



**Foto N° 34:** Inauguración SE Morena - Unidad Minera



**Foto N° 35:** Entrega del Proyecto - Directores CMPSA



**Foto N° 36:** Entrega del Proyecto - Gerente General CMPSA

## BIBLIOGRAFIA

1. Ley de Concesiones Eléctricas  
Ley N° 25844  
El Peruano, 05 de Diciembre 1992
2. Reglamento de de la Ley de Concesiones  
D.S. N° 009-93-EM  
El Peruano, 19 de febrero 1993
3. Código Nacional de Electricidad - Suministro  
Dirección General de Electricidad  
Ministerio de Energía y Minas – 2001
4. Líneas de Trasmisión de Potencia  
Capítulo de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Colegio de Ingenieros del Perú - 2001
5. Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas de Transmisión.  
R.D. N° 028-2003-EM/DGE  
El Peruano, 02 de Marzo 2004
6. Especificaciones Técnicas para las Obras Civiles y Montaje Electromecánico de Líneas de Transmisión.  
R.D. N° 022-2003-EM/DGE  
El Peruano, 31 de Enero 2004
7. Manual de Operaciones Técnicas – Construcción de Líneas de Transmisión  
Asea Brown Boveri  
Abril 2003
8. Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas  
D.S. N° 29-94-EM  
El Peruano, 07 de Junio 1994
9. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas  
R.M. N° 161-2007-MEN  
El Peruano, 18 de Abril 2007