

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y
FORMALES

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA,
MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA



LÍNEA EN 22,9 kV SE HUAMACHUCO-MINASPAMPA

Tesis presentada por el Bachiller:

WILLIAM EDUARDO SANTOS MEDINA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AREQUIPA – PERÚ

2013

DEDICATORIA

A MIS PADRES

POR SUS ESFUERZOS DE SACARME ADELANTE Y DARME TODO LO MEJOR DE ELLOS.

A MIS FAMILIARES

EN ESPECIAL A MI HERMANO CARLOS QUE SIEMPRE ESTUVO DANDOME TODO SU APOYO Y FUERZAS NECESARIAS PARA SALIR ADELANTE.

A MIS AMIGOS

POR SU AMISTAD Y APOYO INCONDICIONAL.

WILLIAM EDUARDO SANTOS MEDINA

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I

INTRODUCCION	01
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	01
1.1.2 Antecedentes.	01
1.1.3 Justificación de la Tesis	02
1.2 OBJETIVOS.....	03
1.2.1. Objetivo General.....	03
1.2.2. Objetivos específicos.....	03
1.3 METODOLOGÍA.....	04
1.4 RECURSOS.....	05
1.5 CAMPO DE INVESTIGACIÓN.....	05
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	05
1.6.2 Alcances.....	05
1.6.3 Limitaciones	06
1.7 DESCRPCION DEL AREA DEL PROYECTO.....	06
1.7.1.Ubicación Geográfica	06
1.7.2.Condiciones Climatológicas.....	06
1.7.3.Vías de acceso.....	07
1.8 DEMANDA ELÉCTRICA.....	08
1.9 PUNTO DE ALIMENTACIÓN.....	09

CAPITULO II

MARCO TEORICO	10
2.1 NORMAS APLICABLES	10
2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA LÍNEA	10
2.2.1 CARACTERISTICAS ELECTRICAS GENERALES	10
2.2.2 CONSTANTES FISICAS DE LAS LINEAS DE TRANSMISION .	11
2.2.3 CONSTANTES ELECTRICAS CARACTERISITICAS DE LAS LINEAS DE TRANSMISION	14
2.3 TRAZO DE LA RUTA DE LÍNEA.....	17

2.4	CÁLCULO DEL AISLAMIENTO DE LA LÍNEA Y SELECCIÓN DE AISLADORES	18
2.4.1	Por Contaminación Ambiental	18
2.4.2	Por Sobretensión a Frecuencia Industrial en Seco.....	19
2.4.3	Por Sobretensiones Atmosféricas.....	20
2.5	PUESTA A TIERRA	21
2.5.1	Medición de Resistividad del Terreno.	21
2.5.1.1	Método Aplicado.....	21
2.5.1.2	Cuidados en la Medición.....	22
2.5.2	La Estratificación del Terreno	23
2.5.2.1	Procedimiento	24
2.5.2.2	Determinación de las dimensiones de la varilla de puesta a tierra.	25
2.6	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.....	26
2.7	IMPOSICION DE FAJA DE SERVIDUMBRE	31
2.8	DEFINICIONES PARA EL CALCULO ELECTRICO DE LA LINEA.	32
2.8.1	Selección del Conductor.....	32
2.8.1.1	Determinación de la sección mínima del Conductor	32
2.8.2	Selección del Cable de Guarda.....	38
2.9	CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA	40
2.9.1	Formulas Aplicables	40
2.9.2	Esfuerzo del Conductor en el Extremo Superior Derecho.....	41
2.9.3	Esfuerzo del Conductor en el Extremo Superior Izquierdo	41
2.9.4	Angulo del Conductor Respecto a la Línea Horizontal, en el Apoyo 41Derecho	41
2.9.5	Angulo del Conductor Respecto a la Línea Horizontal, en el Apoyo Izquierdo	41
2.9.6	Distancia del Punto más Bajo de la Catenaria al Apoyo Izquierda	42
2.9.7	Distancia del Punto más Bajo de la Catenaria al Apoyo Derecho	42
2.9.8	Longitud del Conductor (Pg12-RD018)	42
2.9.9	Flecha del Conductor en Terreno sin Desnivel.....	42

2.9.10 Flecha del Conductor en Terreno Desnivelado.....	43
2.9.11 Saeta del Conductor	43
2.9.12 Carga Unitaria Resultante en el Conductor.....	43
2.9.13 Vano-Peso	43
2.9.14 Vano-Medio (Vano-Viento).....	43
2.9.15 Simbología y Esquema Considerado (Pg14-RD018).....	43
2.9.16 Ecuación de la Catenaria.....	44
2.9.17 Cálculos del Vano Básico	45
2.9.18 Determinación del EDS Inicial y el EDS Final	46
2.10 SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA SOPORTE	47
2. 10.1 Cálculo mecánico de estructuras	48
2. 10.1.1 Factores de Seguridad	48
2. 10.1.2 Fórmulas Aplicables (Pg 16-RD018).....	49
2. 10.1.3 Simbología (Pg18-RD018).....	50
2. 10.2 Cálculo Mecánico de Crucetas.....	51
2. 10.3 Prestaciones de Estructuras	52
2.11 CALCULO DE CIMENTACIONES DE POSTES	52
2.11.1 Método del Cálculo de Cimentaciones	52
2.11.2 Metodología.....	52
2.11.3 Tipos de Terrenos Definidos.....	55
2.12 CÁLCULO DEL BLOQUE DE RETENIDA	55
2.12.1 Método de Cálculo de Cimentación de Retenidas	55
2.12.2 Metodología	56

CAPITULO III

CALCULOS DE APLICACIÓN AL PROYECTO LÍNEA EN 22,9 kV

HUAMACHUCO-MINASPAMPA	59
3.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA.....	59
3.1.1 Postes, crucetas y riostras	59
3.1.2 Conductor y cable de guarda.....	59
3.1.3 Aisladores.....	60

3.1.4	Retenidas y anclajes	60
3.1.5	Puesta a tierra	61
3.1.6	Material de ferretería	61
3.2	TRAZO DE LA RUTA LINEA EN 22,9 kV HUAMACHUCO-MINASPAMPA	62
3.3	RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL AISLAMIENTO DE LA LÍNEA Y SELECCIÓN DE AISLADORES	62
3.4	CALCULOS DE PUESTA A TIERRA	64
3.4.1	Medición de la resistividad eléctrica del terreno	64
3.4.2	Estratificación del suelo	65
3.4.3	Cálculo de resistencia de la Puesta a Tierra	78
3.5	SELECCIÓN DE LAS DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA EL PROYECTO	81
3.6	ANCHO DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE:	84
3.7	RESULTADOS DEL CALCULO ELECTRICO DE LA LINEA.....	84
3.7.1	Selección del conductor y cable de guarda	84
3.7.2	Determinación de las constantes eléctricas de la Línea	86
3.8	CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA .	86
3.8.1	Empleo del software Dltcad-2010 para el cálculo mecánico de conductores.....	86
3.8.1.1	Ingreso y configuración de datos	86
3.8.1.2	Distribución de estructuras y diseño de una línea.....	93
3.8.1.3	Cargar datos desde la base de datos de un proyecto	93
3.8.1.4	Distribución asistida.....	94
3.8.1.5	Editar estructura	95
3.8.1.6	Opciones de cálculo y simulaciones	96
3.8.1.7	Planilla de Estructuras.....	98
3.8.2	Determinación de las hipótesis de cálculo mecánico	98
3.8.3	Reporte del cálculo mecánico de conductores	100
3.9	CÁLCULO DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES	108
3.9.1	Resultados del cálculo mecánico de estructuras	108
3.9.2	Resultados del cálculo de la cimentación de postes	119

3.9.3 Resultados del cálculo del bloque de concreto de retenidas	122
--	-----

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	124
4.1 POSTES DE CONCRETO ARMADO	124
4.1.1 ALCANCE.....	124
4.1.2 NORMAS APLICABLES	124
4.1.3 CONDICIONES AMBIENTALES.....	124
4.1.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS POSTES	125
4.1.5. PRUEBAS.....	126
4.1.5.1 Pruebas de recepción.....	126
4.2 POSTES DE MADERA PROCEDENCIA NACIONAL PARA LÍNEAS... ..	128
4.2.1. ALCANCE.....	128
4.2.2. NORMAS APLICABLES	128
4.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES	128
4.2.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	129
4.2.4.1 Especie forestal	129
4.2.4.2 Defectos prohibidos	129
4.2.4.3 Defectos tolerables y limitados	129
4.2.4.4 Fabricación.....	131
4.2.4.5 Dimensiones.....	132
4.2.4.6 Características del material requerido.....	133
4.2.4.7 Preservación	133
4.2.5. INSPECCIÓN Y PRUEBAS	134
4.2.5.1.- Inspección independiente en fábrica.....	135
4.2.5.2 Inspección del propietario en fábrica	138
4.2.6. ENTREGA	140
4.3 CRUCETAS Y BRAZOS DE MADERA DE PROCEDENCIA NACIONAL.....	143
4.3.1. ALCANCE.....	143
4.3.2.NORMAS APLICABLES	143
4.3.3. CONDICIONES AMBIENTALES	144

4.3.4.	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL MATERIAL	144
4.3.4.1	Especie forestal.....	144
4.3.4.2	Defectos prohibidos.....	144
4.3.4.3	Defectos limitados	145
4.3.4.4	Secado.....	146
4.3.4.5	Fabricación	146
4.3.4.6	Preservado	148
4.3.5.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	149
4.3.6.	MARCA.....	149
4.3.7.	INSPECCIÓN Y PRUEBAS	150
4.3.7.1	Inspección independiente en fábrica	150
4.3.7.2.	Inspección del propietario en fábrica	154
4.3.8.	ALMACENAMIENTO Y LUGAR DE ENTREGA.....	155
4.4	AISLADORES DE SUSPENSIÓN DE PORCELANA.....	159
4.4.1.	ALCANCE.....	159
4.4.2.	NORMAS ACEPTABLES	159
4.4.3.	CONDICIONES AMBIENTALES	159
4.4.4.	CONDICIONES DE OPERACIÓN	159
4.4.5.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	160
4.4.6.	PRUEBAS.....	160
4.4.6.1	Pruebas de Diseño	160
4.4.6.2	Pruebas de Calidad.....	161
4.4.6.3	Pruebas de Rutina.....	162
4.4.7.	MARCADO	163
4.4.8.	EMBALAJE.....	163
4.4.9.	ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS.....	164
4.4.10.	INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA.....	165
4.5	CONDUCTORES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO.....	167
4.5.1.	ALCANCE.....	167
4.5.2.	NORMAS APLICABLES	167
4.5.3.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	168
4.5.4.	FABRICACIÓN.....	168

4.5.5.	PRUEBAS	168
4.5.5.1	Pruebas Tipo.....	169
4.5.5.2	Pruebas de Muestreo	169
4.5.5.3	Pruebas de Rutina.....	171
4.5.6.	EMBALAJE	171
4.5.7.	ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS	173
4.5.8.	INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA.....	174
4.6	ACCESORIOS DE CADENAS DE AISLADORES	176
4.6.1.	ALCANCES.....	176
4.6.2.	NORMAS APLICABLES	176
4.6.3.	CONDICIONES AMBIENTALES	176
4.6.4.	DESCRIPCIÓN DE LOS ACCESORIOS.....	176
4.6.4.1	Adaptador anillo-bola.....	177
4.6.4.2	Grillete.....	177
4.6.4.3	Adaptador casquillo-ojo alargado	177
4.6.5.	PRUEBAS.....	177
4.6.6.	MARCADO	178
4.6.7.	EMBALAJE.....	179
4.6.8.	ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS.....	179
4.6.9.	INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA	180
4.7	ACCESORIOS DEL CONDUCTOR	182
4.7.1.	ALCANCE.....	182
4.7.2.	NORMAS DE FABRICACIÓN	182
4.7.3.	CONDICIONES AMBIENTALES	182
4.7.4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	183
4.7.4.2	Fabricación, aspecto y acabado.....	183
4.7.4.3	Protección anticorrosiva.....	183
4.7.4.4	Características eléctricas	184
4.7.5.	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS.....	184
4.7.5.1	Grapa de ángulos.....	184
4.7.5.2	Grapa de anclaje.....	185
4.7.5.3	Grapa de doble vía	185

4.7.5.4	Varilla de armar.....	186
4.7.5.5	Manguito de empalme.....	186
4.7.5.6	Manguito de reparación.....	187
4.7.5.7	Pasta para aplicación de empalmes.....	187
4.7.5.8	Amortiguador de vibración.....	187
4.7.5.9	Alambre de amarre.....	188
4.7.6.	PRUEBAS.....	188
4.7.7.	MARCADO.....	189
4.7.8.	EMBALAJE.....	189
4.7.9.	ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS.....	190
4.7.10.	INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FABRICA.....	191
4.8	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTÍN PARA RETENIDAS.....	195
4.8.1.	ALCANCES.....	195
4.8.2.	NORMAS APLICABLES.....	195
4.8.3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE.....	195
4.8.3.1	Material.....	196
4.8.3.2	Cableado.....	196
4.8.3.3	Uniones y empalmes.....	196
4.8.4.	PRUEBAS.....	196
4.8.5.	EMBALAJE.....	198
4.8.6.	ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS.....	200
4.8.7.	INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FABRICA.....	201

CAPITULO V

PROTECCION DE LA LINEA EN 22,9 kV HUAMACHUCO-MINASPAMPA ..

5.1	NIVEL DE LA POTENCIA DE CORTO CIRCUITO EN EL PUNTO DE ALIMENTACION.....	203
5.2	CONSIDERACIONES PARA EL CALCULO DE CORTO CIRCUITO....	208
5.3	ANALISIS DE FALLAS.....	208
5.4	CALCULO DE FLUJO DE POTENCIA.....	214

CAPITULO VI

CONCLUSIONES235

BIBLIOGRAFIA237

ANEXOS



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1	ACCESO VÍA TERRESTRE	07
TABLA 1.2	ACCESO VÍA AÉREA.....	07
TABLA 1.3	DEMANDA ELECTRICA CIA MINERA MINASPAMPA EN KW	08
TABLA 2.1	DISTANCIA DE SEGURIDAD HORIZONTAL ENTRE LOS ALAMBRES, CONDUCTORES O CABLES EN LOS SOPORTES	26
TABLA 2.2	DISTANCIAS DE SEGURIDAD VERTICAL ENTRE CONDUCTORES EN LOS SOPORTES	27
TABLA 2.3	DISTANCIA DE SEGURIDAD EN CUALQUIER DIRECCIÓN DESDE LOS CONDUCTORES DE LÍNEA HACIA LOS SOPORTES Y HACIA LOS CONDUCTORES VERTICALES O LATERALES, ALAMBRE DE SUSPENSIÓN O RETENIDA UNIDOS AL MISMO SOPORTE.	28
TABLA 2.4	DISTANCIA DE SEGURIDAD DE LOS ALAMBRES, CONDUCTORES, CABLES Y PARTES RÍGIDAS CON TENSIÓN NO PROTEGIDAS ADYACENTES PERO NO FIJADAS A EDIFICIOS Y OTRAS INSTALACIONES.....	29
TABLA 2.5	DISTANCIA DE SEGURIDAD DE LOS ALAMBRES, CONDUCTORES, CABLES Y PARTES RÍGIDAS CON TENSIÓN NO PROTEGIDAS ADYACENTES PERO NO FIJADAS A EDIFICIOS Y OTRAS INSTALACIONES A EXCEPCIÓN DE PUENTES <750V-23KV>.....	30
TABLA 3.1	SELECCIÓN DE AISLADORES.....	63
TABLA 3.2	MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO	64
TABLA 3.3	RESUMEN DE LAS RESISTENCIAS DE PUESTAS A TIERRA	78
TABLA 3.4	VIENTO HIELO Y TEMPERATURA PARA LAS AREAS DE	

	CARGA 1,2 Y 3.....	99
TABLA 3.5	HIPÓTESIS DE CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR.....	99
TABLA 3.6	HIPÓTESIS DE CÁLCULO MECÁNICO DEL CABLE DE GUARDA.....	99
TABLA 3.7	CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTOR	100
TABLA 3.8	CÁLCULO MECÁNICO DE CABLE DE GUARDA.....	104
TABLA 3.9	CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PSH PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA	109
TABLA 3.10	CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PA1H PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA	111
TABLA 3.11	CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PA2H PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA	113
TABLA 3.12	CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA P3A2 PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA	115
TABLA 3.13	CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PA3 PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA	116
TABLA 3.14	CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PRH PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA	117
TABLA 3.15	CALCULO DE LAS ESTRUCTURA DE RETENCION PSVE PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA	118
TABLA 4.1	DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOSPOSTES DE CONCRETO	127
TABLA 4.2	DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS PARA POSTE DE MADERA DE PROCEDENCIA NACIONAL	142
TABLA 4.3	CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADASCRUCETA DE MADERA TRATADA DE PROCEDENCIA NACIONAL.....	158
TABLA 4.4	DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS AISLADOR DE SUSPENSION DE PORCELANA	166
TABLA 4.5	DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOSCONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO	175

TABLA 4.6	DAROS TECNICOS ACCESORIOS DE CADENAS DE AISLADORES	181
TABLA 4.7	DATOS TÉCNICOS DE ACCESORIOS DEL CONDUCTOR	192
TABLA 4.7	DATOS TÉCNICOS ACCESORIOS DEL CONDUCTOR (CONTINUACIÓN)	193
TABLA 4.8	DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOSACCESORIOS DEL CONDUCTOR (CONTINUACIÓN).....	194
TABLA 4.9	DATOS TÉCNICOSGARANTIZADOSCABLE DE ACEROPARA RETENIDAS.....	202
TABLA 5.1	NIVEL DE CORTO CIRCUITO EN LA BARRA HUAMACHUCO	204
TABLA 5.2	NIVEL DE CORTO CIRCUITO EN LA BARRA MINASPAMPA	205
TABLA 5.3	TABLA DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO MONOFÁSICO EN LA BARRA MINASPAMPA	209
TABLA 5.4	TABLA DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO MONOFÁSICO EN LA BARRA	209
TABLA 5.5	CORRIENTES MÍNIMAS DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN LA BARRA HUAMACHUCO.....	211
TABLA 5.6	ESPECIFICACIONES DEL CONDUCTOR DESNUDO AAAC-MM2	215

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 2.1	MEDICION DE RESISTIVIDAD	21
FIG. 2.2	RESISTIVIDAD EN FUNCION DEL DISTANCIAMIENTO DE LOS ELECTRODOS DE MEDIA.....	24
FIG. 2.3	SELECCIÓN DEL CABLE DE GUARDA	38
FIG. 2.4	CABLE DE GUARDA EN LAS ESTRUCTURA DE RETENCIÓN Y SUSPENSIÓN.....	39
FIG. 2.5	ANGULO DE BLINDAJE	40
FIG. 2.6	REPRESENTACIÓN DE UN VANO DESNIVELADO.....	45
FIG. 2.7	DETALLE DEL MONTAJE DE UNA RETENIDA	57
FIG. 3.1	PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA.....	86
FIG. 3.2	PANTALLA DE INGRESO DE DATOS	87
FIG. 3.3	PANTALLA DE INGRESO DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS.....	87
FIG. 3.4	PANTALLA DE INGRESO DE DATOS DE CONFIGURACIÓN GENERAL.....	88
FIG. 3.5	PANTALLA DE INGRESO Y CONFIGURACIÓN DE DATOS DE ARMADOS	90
FIG. 3.6	PANTALLA DE INGRESO Y CONFIGURACIÓN DE SOPORTES.....	91
FIG. 3.7	PANTALLA DE INGRESO Y CONFIGURACIÓN DE DATOS DE CONDUCTORES.....	92
FIG. 3.8	PANTALLA DE BASE GENERAL DE ARMADOS, ESTRUCTURAS, CONDUCTORES.....	94
FIG. 3.9	PANTALLA DE DISTRIBUCIÓN ASISTIDA.....	95
FIG. 3.10	PANTALLA DE EDICIÓN DE SOPORTES	96
FIG. 3.11	PANTALLA DEL CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES	97
FIG. 3.12	PANTALLA DE PLANILLA DE ESTRUCTURAS.....	98

FIG. 4.2.1 TRAZO DEL CORDEL SOBRE EL POSTE PARA VERIFICAR SI LA LÍNEA RECTA SE ENCUENTRA DENTRO DEL CUERPO DEL POST	130
FIG. 4.2.1 APILADO DE POSTES DE MADERA EN EL ALMACÉN DEL PROPIETARIO.....	141
FIG. 4.3.1 NUDOS UBICADOS EN LA ARISTA Y ENTRE ARISTAS.....	145
FIG. 4.3.2 CRUCETA CON CHAMFER EN LAS ARISTAS SUPERIORES, INCISIONES Y PARTES DE LA SECCIÓN.....	147
FIG. 4.3.3 SECCIÓN COMPLETA Y REBANADA DE CRUCETAS.....	148
FIG. 4.3.4 PLACAS ANTICUARTEO SECCIONES FINALES DE LA CRUCETA	148
FIG. 4.3.5 APILADO DE CRUCETAS EN EL ALMACÉN.....	157
FIG. 5.1.1 FALLA TRIFÁSICA EN LA BARRA HUAMACHUCO	206
FIG. 5.1.2 FALLA TRIFÁSICA EN LA BARRA MINASPAMPA	207
FIG. 5.3.1 ANÁLISIS DE FALLA MONOFÁSICA EN LA BARRA HUAMACHUCO	210
FIG. 5.3.2 ANALISIS DE CORTOCIRCUITO EN LA BARRA HUAMACHUCO	212
FIG. 5.3.3 ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO EN LA BARRA MINASPAMPA.....	213
FIG. 5.4.1 ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA EN EL CASO I	219
FIG. 5.4.2 PERFIL DE TENSIÓN CASO I.....	220
FIG, 5.4.3 FLUJO DE CARGA CASO II.....	223
FIG. 5.4.4 PERFIL DE TENSION CASO II	224
FIG. 5.4.5 FLUJO DE CARGA CASO III.....	226
FIG. 5.4.6 PERFIL DE TENSION CASO III	227
FIG. 5.4.7 ANALISIS DE FLUJO DE POTENCIA EN LAS LINEAS.....	230
FIG. 5.4.8 PERFIL DE TENSION.....	231
FIG. 5.4.9 PERFIL DE TENSIÓN DE LA RED DE ALIMENTACIÓN A LA MINERA MINASPAMPA	233

LAMINAS Y DETALLES

- PLANO 1. PLANO DE UBICACION
- PLANO 2. DIAGRAMA UNIFILAR
- PLANO 3. RUTA DEL PROYECTO
- PLANO 4. PLANO DE PERFIL
- PLANO 5. DETALLES DE PUESTA A TIERRA
- PLANO 6. DETALLES DE RETENIDAS
- PLANO 7. FERRETERIA DE POSTES Y CRUZETAS
- PLANO 8. ARMADO TIPO PSH
- PLANO 9. ARMADO TIPO PRH
- PLANO 10. ARMADO TIPO P3A2
- PLANO 11. ARMADO TIPO PA3
- PLANO 12. ARMADO TIPO PA1H
- PLANO 13. ARMADO TIPO PA2
- PLANO 14. ARMADO TIPO PSVE

ANEXOS

- ANEXO 1 GRADOS DE CONTAMINACIÓN (NORMA IEC 815)
- ANEXO 2 NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO – BIL (NORMA ANSI C37.30)
- ANEXO 3 MANUAL DEL AISLADOR TIPO ESPIGA ANSI56-4
- ANEXO 4 MANUAL DE AISLADORES DE SUSPENSION GAMMA ANSI 52-3
- ANEXO 5 MANUAL DE CABLE DE GUARDA EHS
- ANEXO 6 UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE CARGA EN EL PERU
- ANEXO 7 SECCIONADORES TIPO CUTOUT



CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Antecedentes.

Habiéndose desarrollado prácticas profesionales en la Compañía Minera Minaspampa S.A.C. Empresa dedicada a la extracción aurífera de minerales en la Región La Libertad, Provincia Sánchez Carrión, Distrito Huamachuco, se tiene el encargo de desarrollar el proyecto suministro eléctrico en Media Tensión para dicha compañía.

El proyecto Minaspampa estuvo en etapa de exploración, por lo que la carga eléctrica era relativamente pequeña y se abastecía con un grupo electrógeno de 250kVA, básicamente para campamento, oficinas y laboratorios geotécnicos. Sin embargo ya para la etapa de explotación se planifico una carga de 2.5MW, lo que ya no podría ser abastecido por grupo electrógeno y existiendo la factibilidad de suministro del sistema interconectado nacional a través de una de sus empresas componentes se plantea una conexión a este sistema mediante una línea de transmisión.

El punto de alimentación fue fijado por la empresa de distribución Hidrandina, concesionaria en el área de influencia del proyecto. Punto ubicado aproximadamente a 25 Km de distancia de la mina.

Debido a las ventajas de la distribución en el nivel de tensión normalizado en Perú de 22,9 kV, los nuevos suministros en Media Tensión con este nivel, están siendo implementados con mayor preferencia ya no solo en el ámbito rural, sino industrial minero y hasta urbano.

1.1.2. Justificación de la Tesis

Este estudio por su magnitud y aplicación de la ingeniería de la especialidad será también motivo de la realización de la presente tesis.

La metodología de cálculo debe de cumplir las normas del Ministerio de Energía y Minas, para lo cual además se tiene herramientas computacionales para facilitar el cálculo y diseño mecánico, cuyo uso se incorpora y explica en esta Tesis.

En las exigencias del MEM solamente se evalúa la caída de tensión en los cálculos eléctricos, en esta Tesis además se evalúa el flujo de potencia para de otra manera alternativa obtener las tensiones en los puntos de entrega a la carga. Aprovechando la caracterización de la red para el cálculo de flujo de potencia se le simula contingencias tal como corto circuito el que además servirá para la selección de los dispositivos de protección.

La normalización no exige en los proyectos simulaciones para la operación, en esta tesis aprovechando la caracterización de la red se realiza simulaciones con diferentes cargas y diferentes factores de potencia que en un principio no son predecibles, pero que con el transcurso del tiempo pueden implementarse especialmente si son cargas del tipo industrial.

Es un tema de Ingeniería Mecánica Eléctrica, pues como se observará tendrá cálculos eléctricos y cálculos mecánicos por separado.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General.

Realizar el estudio definitivo de Ingeniería para plantear y diseñar la Línea de Transmisión en 22,9kV a la Compañía Minera Minasapampa en el ámbito de la localidad de Huamachuco.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Realizar el planeamiento de la línea de transmisión de acuerdo a los requerimientos de demanda energética del proyecto.
- Diseñar la ruta de la línea en el ámbito geográfico para la dotación de energía eléctrica de manera confiable y segura.
- Realizar los cálculos justificados electromecánicos haciendo uso de herramientas computacionales especializadas.
- Realizar la selección de materiales y equipos de acuerdo a los cálculos justificados.
- Realizar simulaciones con diferentes cargas para su incorporación a la red de potencia.

1.3. METODOLOGÍA.

A continuación se detalla la secuencia de trabajo:

- A partir de la aérea fotografía se realiza un planteamiento energético, generándose entonces el pequeño sistema.
- Debido a la existencia de la Subestación Eléctrica Huamachuco, donde comenzara la Línea, el nivel tensión es de 22,9 kV, por lo que entre otras razones se decide utilizar esta misma tensión.
- Se realiza una inspección ocular y de acuerdo con la carta geográfica se decide la ruta de la línea.
- Con un equipo de topografía, se realiza un levantamiento topográfico en plano y en carta.
- Los cálculos eléctricos son la parte básica de este estudio, inicialmente determinando la sección del conductor y comprobando ese dimensionamiento se usa el criterio de caída de tensión y previendo la operación se utiliza software para flujo de potencias, análisis de corto circuito y pérdidas de potencia.
- Se procede con los trabajos de gabinete bajo consideraciones normalizadas, realizando el cálculo mecánico de estructuras, conductor y cimentación.
- Realizado los cálculos justificativos se procede a la selección de los materiales y equipos.
- Se elaboran los planos generales y de detalles.

1.4. RECURSOS.

Se cuenta con el levantamiento topográfico de la zona inclusive con la selección de la ruta.

Los recursos de movilidad, topografía, han sido provistas por Compañía Minera Minaspampa S.A.C.

Los recursos informáticos tanto como software especializado (flujo de potencias, corto circuito, cálculos mecánicos de líneas) son abiertos al uso comercial libre educativo DLTCADy DigSilent.

1.5. CAMPO DE INVESTIGACIÓN.

- Tipo de Investigación : Investigación Aplicada.
- Campo Profesional : Ingeniería.
- Especialidad : Ingeniería Mecánica-Eléctrica.

1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1 ALCANCES

El “Proyecto de la línea en 22,9 kV S.E. Huamachuco – S.E. Minaspampa” comprende la implementación de las siguientes instalaciones:

Tiene una longitud de 20,577 km, con conductor de Aluminio AAAC 120 mm², Cable de guarda EHS-50 mm², aisladores tipo pin ANSI 56-4 (alineamiento), cadena de aisladores 3xAnsi-52-3(anclaje y ángulo), con postes de madera de eucalipto de 13m y postes de C.A.C. de 15 m .

1.6.2. LIMITACIONES

El presente trabajo de tesis se enfoca a los cálculos y selección de equipos y con una estructura académica se ha prescindido del presupuesto del proyecto, así como también del estudio de impacto ambiental y especificaciones técnicas de montaje.

1.7. DESCRPCION DEL AREA DEL PROYECTO.

1.7.1. Ubicación Geográfica

La zona del proyecto se ubica en el departamento de La Libertad en la Provincia de Sánchez Carrión, en el Distrito de Sarín, el recorrido de la Línea se inicia en la S.E. Huamachuco 22,9 kV, continua su recorrido por la ciudad de Huamachuco para luego atravesar los caseríos de: El Molino, El Molino Alto, Cumobamba, Cushuro y Shucurgon, llegando a la S.E. Minaspampa.

El proyecto se ubica entre las coordenadas UTM 163859.195 E, 9137117.928 N; 172842.952 E, 9118768.423 N; encontrándose dentro de los cuadrángulos de las cartas del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La lámina de ubicación, diagrama unifilar, ruta de la línea y ubicación de subestaciones y perfil longitudinal del proyecto están en las láminas N-01, N-02, N-03 y N-04 respectivamente.

1.7.2. Condiciones Climatológicas.

Huamachuco tiene un clima templado con una temperatura muy variada, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada.

La temperatura media anual máxima y mínima es de 17,3° y 6.2°C respectivamente, la precipitación media acumulada anual al periodo 1964-1980 es 905.5 mm.

La zona del proyecto está ubicada en una zona sometida con lluvia y descargas atmosféricas, en un ambiente no corrosivo.

1.7.3. Vías de acceso

Los medios de transportes a la zona del proyecto se muestran en las siguientes tablas:

TABLA 1.1 Acceso Vía Terrestre

TRAMO	TIEMPO (Horas)	TOTAL (Horas)	VIA
Lima – Trujillo	9	9	Asfaltado
Trujillo – Huamachuco	5	14	Afirmado
Huamachuco-Minaspampa	1	15	Trocha carrozable

TABLA 1.2 Acceso Vía Aérea

TRAMO	TIEMPO (minutos)	TOTAL (minutos)	VIA
Lima – Trujillo	45	30	Avión comercial
Trujillo – Huamachuco	30	60	Avioneta

1.8. DEMANDA ELÉCTRICA.

El centro minero Minaspampa tiene previsto contar con una máxima demanda de 2.5 MW, sin embargo la toma de carga se realizará en 02 etapas:

1. La primera etapa, Minaspampa tendrá una máxima demanda inicial de 650 kW en horas punta y horas fuera de punta.
2. La segunda etapa, Minaspampa tendrá una máxima demanda total de 2.5 MW, es decir incrementará el remanente de 1850 KW, los cuales los tomará luego de concluir con el montaje de su infraestructura final, la misma que le permita llegar al 100 % de producción esperada (2.5 MW).

TABLA 1.3 DEMANDA ELECTRICA CIA MINERA MINASPAMPA en kW

AÑO	Cía Minera Minaspampa		TOTAL (kW)
	Planta (kW)	Oficinas (kW)	
2012	600	50	650
2013	700	100	800
2014	1000	200	1200
2015	1250	250	1500
2016	2000	250	2250
2017	2100	250	2350
2018	2250	250	2500

Fuente: Cia Minera Minaspampa SAC

1.9. PUNTO DE ALIMENTACIÓN.

Para obtener alimentación de energía eléctrica al Centro Minero Minasampa, se construirá una subestación de derivación, y esta será abastecida desde la S.E. Huamachuco de propiedad de Hidrandina, al cual se le solicita el punto de suministro en 22,9kV.



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 NORMAS APLICABLES

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.
- Reglamento de la Ley Concesiones Eléctricas N° 25844.
- Norma DMG Bases para el Diseño de Líneas de Primarias de Electrificación Rural
- Norma DMG Especificaciones Técnicas de Suministro de Materiales
- Norma DMG Soportes Normalizados para Líneas Rurales
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)

2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA LÍNEA

2.2.1 CARACTERISTICAS ELECTRICAS GENERALES

- Tensión Nominal : 22,9 kV
- Configuración : Trifásico con cable de guarda.
- Tensión Máxima de Servicio : 25 kV – 60 Hz
- Factor de Potencia : 0,95 (atraso)
- Conexión del Neutro : Efectivamente puesto a tierra
- Número de Ternas : Una
- Longitud : 20,577 km
- Conductor : 120 mm² aleación de aluminio AAAC.
- Estructuras : Postes de madera de 13m clase 5 y postes

- de C.A.C. 15m.
- Cruquetas : De madera de 1,20m; 2,40m y 4,30m; de C.A.V. de 2m.
- Ménsulas : De C.A.V. de 1,80m
- Aisladores : Pin – 56-4 y 3 x ANSI 52-3 (Angulo y anclaje)
- Retenidas : Con cable de acero grado SIEMENS-MARTIN de 50mm², varilla de anclaje y bloque de concreto 0,5x0,5x0,2 m.
- Puesta a tierra : Electrodo de acero recubierto de cobre 16mm \varnothing de 2.40, conductor de cobre de 25mm², tierra de cultivo cernido, bentonita y thorgel.
- Vano promedio : 200m
- Cota máxima : 4106.62 msnm en la PT-74.

2.2.2 CONSTANTES FISICAS DE LAS LINEAS DE TRANSMISION

a) Resistencia

La resistencia es la oposición que todo material ofrece al paso de la intensidad de corriente eléctrica, por lo tanto, la resistencia es una de las causas más importantes de las pérdidas de potencia en una línea de transmisión. Con respecto a la sección del conductor diremos que a mayor sección menor resistencia; debemos indicar que la resistencia de los conductores, aumenta con la temperatura o también disminuye; cuando la temperatura disminuye; los fabricantes dan valores de la

resistencia unitaria a 20°C expresados en (Ω/km), pero, debemos indicar que en las líneas de transmisión la temperatura de operación del conductor llega aproximadamente hasta 65 o 75°C, por lo que, para determinar la resistencia unitaria a la temperatura de operación de los conductores, se debe utilizar la siguiente relación:

$$r_{t_2} = r_{t_1}[1 + \alpha(t_2 - t_1)] \quad (2.2.1)$$

Dónde:

r_{t_2} → Resistencia del conductor a la temperatura de operación del conductor (Ω/km).

r_{t_1} → Resistencia del conductor a 20°C de temperatura.

t_1 → Temperatura inicial, para nuestro caso es 20°C

t_2 → Temperatura final

α → Coeficiente de temperatura de la resistencia que depende del tipo y material del conductor

b) Inductancia

Es un parámetro físico que aparece en una línea de transmisión básicamente por la intensidad el campo magnético entre conductores, generado por el paso de la intensidad de corriente eléctrica a través de los conductores.

La inductancia para una línea de transmisión trifásica, expresado en Henry por metro (H/m), se determina con la siguiente ecuación:

$$l = \frac{1}{t} \left\{ \frac{1}{2n} + 2 \ln \left(\frac{DMG}{r_{eq}} \right) \right\} \times 10^{-7} \quad (2.2.2)$$

Donde:

l → Inductancia total (H/m)

t → Número de ternas o circuitos

n → Número de conductores por fase

DMG → Distancia media geométrica entre ejes de las fases (cm)

r_{eq} → Radio equivalente (cm)

Finalmente, debemos decir, que la inductancia se debe calcular en henry/km (H/km), entonces haciendo la conversión correspondiente quedaría como:

$$l = \frac{1}{t} \left\{ \frac{1}{2n} + 2 \ln \left(\frac{DMG}{r_{eq}} \right) \right\} \times 10^{-4} \quad (2.2.3)$$

c) Capacitancia

La capacitancia de una línea de transmisión es el resultado de la diferencia de potencial entre los conductores, el cual hace que ellos se carguen de la misma forma que las placas de un capacitor cuando hay una diferencia de potencial entre ellas.

$$c = \frac{55.633 \times t}{\ln \left(\frac{DMG}{r_{eq}} \right)} \times 10^{-9} \quad (2.2.4)$$

Donde:

c → Capacitancia total de la línea (F/km)

t → Número de ternas o circuitos

d) Conductancia

Es el último parámetro físico que aparece debido a que el aislamiento de una línea de transmisión no es perfecto, pues siempre se producirán pequeñas corrientes de fuga a través de los aisladores y al medio circundante.

Aquí es necesario comentar, que los cálculos de la conductancia suelen presentar valores muy pequeños, en comparación con los efectos resistivos, inductivos o capacitivos de la línea; por lo que su influencia en los efectos eléctricos de un circuito es muy pequeño, y como muchas veces resulta muy complicado su cálculo exacto, en la mayoría de los casos su valor es despreciable, es decir su valor se considera cero.

2.2.3 CONSTANTES ELECTRICAS CARACTERISITICAS DE LAS LINEAS DE TRANSMISION

a) Reactancia inductiva

Para definir la reactancia inductiva, haremos una comparación con la resistencia, entonces si decimos que la resistencia es el valor de oposición al paso de la intensidad de corriente, también diremos que la reactancia inductiva es el valor de la oposición al paso de la intensidad de corriente alterna debido a la presencia de la inductancia en líneas de transmisión. Matemáticamente la reactancia se determina con la siguiente relación:

$$x = 2\pi \cdot f \cdot l \quad (2.2.5)$$

Dónde:

x → Reactancia inductiva (Ω/km)

f → Frecuencia, en el Perú es 60 Hz.

l → Inductancia unitaria de la línea (H/km)

b) Susceptancia capacitiva

La susceptancia capacitiva es el valor que permite el paso de la intensidad de corriente alterna debido a la presencia de la capacitancia en líneas de transmisión. Matemáticamente la susceptancia capacitiva se determina con la siguiente relación:

$$b = 2\pi \cdot f \cdot c \quad (2.2.6)$$

Dónde:

b → Susceptancia capacitiva (S/km)

f → Frecuencia

c → Capacitancia unitaria de la línea (F/km)

c) Impedancia

Cuando es un mismo circuito eléctrico de corriente alterna, intervienen los parámetros físicos de resistencia y reactancia inductiva; entonces, la oposición de este conjunto de elementos al paso de la corriente alterna se llama impedancia. La impedancia es una cantidad compleja, en el cual; su parte real es la resistencia y su parte imaginaria es la reactancia inductiva. Matemáticamente la impedancia se determina con la siguiente relación:

$$\bar{z} = r + jx \quad (2.2.7)$$

Dónde:

\bar{z} → Impedancia unitaria de la línea (Ω/km).

r → Resistencia unitaria (Ω/km).

x → Reactancia inductiva unitaria (Ω/km).

Como la impedancia es una cantidad compleja, su módulo se calcula con

$$z = \sqrt{r^2 + x^2}$$

d) Admitancia

La admitancia similar a la impedancia, es una cantidad compleja, su parte real es la conductancia y la parte imaginaria es la susceptancia.

Matemáticamente la admitancia se determina con la siguiente relación:

$$\bar{y} = g + jb \quad (2.2.8)$$

Donde

\bar{y} → Admitancia unitaria de la línea (S/km).

g → Conductancia unitaria (S/km).

b → Susceptancia capacitiva unitaria (S/km).

Como la impedancia es una cantidad compleja, su módulo se calcula con

$$y = \sqrt{g^2 + b^2}$$

2.3 TRAZO DE LA RUTA DE LÍNEA

A continuación se describe los criterios básicos que se deben tener en cuenta para seleccionar la ruta de una línea de transmisión.

-Rutas alternativas.

Se debe plantear dos o más alternativas sobre las posibles rutas de la línea de transmisión; estas alternativas se obtienen de visitas terrestres (con camioneta) y con la ayuda de un GPS, se debe ir trazando la ruta de la carretera por donde circula la camioneta. Cabe indicar que es de mucha ayuda el software Google Earth.

-Accesibilidad.

La ruta en lo posible, debe estar cerca de carreteras y trochas carrozables; y en el peor de los casos debe tener caminos de herradura; por ello es necesario conocer la ruta de carreteras y líneas de ferrocarril, para coordinar un acercamiento conveniente, pero minimizando a su vez los cruces con los mismos. La accesibilidad es un tema importante a tomar en cuenta, ya que cuando una línea tiene buenos accesos los costos de ejecutar la línea de transmisión y su posterior operación y mantenimiento disminuye notablemente en comparación con una línea que tiene pocos accesos facilitan la construcción de la línea, ya que los materiales y equipos necesarios se pueden transportarlos con facilidad.

-Selección de la ruta más corta y número de vértices.

Como es lógico, la ruta ideal de una línea de transmisión es una línea recta, pero esto en la práctica es casi imposible, sobre todo cuando es una línea larga; sin

embargo un criterio a tomar en cuenta es que se debe tratar que los vértices sean lo menos posible, y que el ángulo de los vértices sean lo más pequeño posible.

Los vértices de la ruta se convierten lógicamente en puntos, donde necesariamente se ubicarán estructuras. Por lo tanto, los vértices deben ser ubicados cuidadosamente, con el fin de que permitan la ubicación de la estructura teniendo en cuenta factores técnico-económicos.

2.4 CÁLCULO DEL AISLAMIENTO DE LA LÍNEA Y SELECCIÓN DE AISLADORES

Los criterios considerados en la selección del aislamiento son:

- Por contaminación ambiental
- Por sobretensiones a frecuencia industrial en seco
- Por sobretensiones atmosféricas

2.4.1 Por Contaminación Ambiental

Esta solicitud determina la longitud de la línea de fuga fase-tierra requerida en el aislamiento por contaminación ambiental. La distancia de fuga unitaria seleccionada en el estudio definitivo es de 16 mm/kV según la norma IEC 815 (Ver Anexo 01).

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

$$L_{fuga} = L_{fo} \cdot U_{max} \cdot f_{ch} \quad (2.4.1)$$

Dónde:

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

L_{f0} : Longitud de fuga unitaria en mm/kV_{φ-φ} = 16

U_{max} : Tensión Máxima de Servicio = 25 kV

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

Para 4100: $f_{ch}=1,388$

2.4.2 Por Sobretensión a Frecuencia Industrial en Seco.

Se determina la sobretensión representativa en base a la tensión de referencia más importante, que es la tensión de servicio continuo máxima U_{max} (25 kV eficaz, fase-fase). Esta sobretensión se produce debido a fallas en el sistema y está dada por la siguiente expresión:

$$V_{fi} = \frac{f_s \cdot V_{max} \cdot H}{\sqrt{3} \cdot (1 - N \cdot \sigma) \cdot \delta \cdot f_l} \quad (2.4.2)$$

Dónde:

f_s : Factor de sobretensión a frecuencia industrial (1,5)

$V_{máx}$: Tensión máxima (25 kV)

H : Factor por Humedad (1,0)

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

σ : Desviación estándar (4%)

δ : Densidad relativa del aire

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

Para $t = 12^{\circ}\text{C}$ Para m.s.n.m. = 4100 m $\delta = 0,625$

f_i : Factor por lluvia (0,8)

2.4.3 Por Sobretensiones Atmosféricas.

Esta sobretensión se determina mediante la siguiente expresión:

$$V_i = \frac{NBI}{(1-Nx\sigma)x\delta} \quad (2.4.3)$$

Dónde : NBI : Nivel Básico de Aislamiento (Ver Anexo 02)
 N : Número de desviaciones estándar alrededor
 σ : Desviación estándar (2%)
 δ : Densidad relativa del aire

$$\delta = \frac{3,92xb}{273 + t} \quad \delta = 0.595$$

Para $t = 26^{\circ}\text{C}$ Para m.s.n.m. = 4100 m

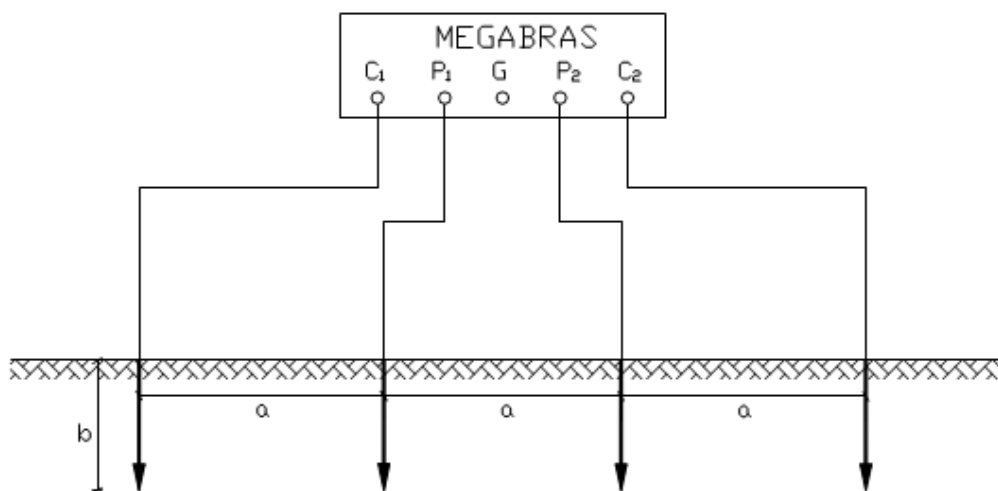
2.5 PUESTA A TIERRA

2.5.1 Medición de Resistividad del Terreno.

2.5.1.1 Método Aplicado.

El método más utilizado para medir la resistividad del suelo es el método de las cuatro picas de Wenner, el cual consiste en clavar cuatro varillas, normalmente de cobre, enterradas a lo largo de una línea recta, espaciadas uniformemente a una distancia a y enterradas una profundidad b , tal como se ilustra en la siguiente figura:

Fig. 2.1 Medición de Resistividad



Fuente: Manual Megabras

La resistividad del suelo se estima con la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{4\pi a R}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2+b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}}$$

Si b es pequeño comparado con a ($b \leq a/20$), la anterior ecuación puede

reducirse a:

$$\rho = 2\pi \cdot aR \quad (2.5.1)$$

En donde:

ρ : resistividad del suelo, $\Omega \cdot m$

R : resistencia resultante de la medida, Ω

a : distancia entre electrodos adyacentes, m

2.5.1.2 Cuidados en la Medición.

Durante la medición se ha tenido los siguientes cuidados:

- Las astas han sido bien alineadas
- Se ha verificado que las astas utilizadas estén limpias, principalmente de óxido, para posibilitar bien el contacto con el suelo.
- Se ha verificado el estado de la batería del equipo antes de la medición
- Se ha seleccionado la escala adecuada para cada medición realizada

Para obtener el valor de la resistividad específica, se han realizado las mediciones de resistividad para las distancias entre astas de 2, 4, 8 y 16 m en un eje.

2.5.2 La Estratificación del Terreno

Para nuestro proyecto se realiza la estratificación del terreno en la línea Huamachuco-Minaspampa. Esta estratificación para dos capas se realiza mediante el método de “Utilización de Curvas”, que utiliza las mediciones de campo realizadas por el método Wenner.

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

Para el suelo de dos capas (ρ_a) se obtiene a partir de la expresión general $\rho_a = 2\pi R a$ en la cual se reemplaza la expresión del potencial entre los electrodos (P1) y (P2) de espesores (h) e infinito, para un punto (p), situado a una distancia (a) metros.

$$V_p = \frac{\rho_1 I}{2\pi} \left[\frac{1}{a} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k^n}{\sqrt{a^2 + (2nd_1)^2}} \right]$$

Donde: $K = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$

V_p = Potencial del punto “p” cualquiera de la primera capa con relación al infinito.

ρ_1 = Resistividad de la primera camada

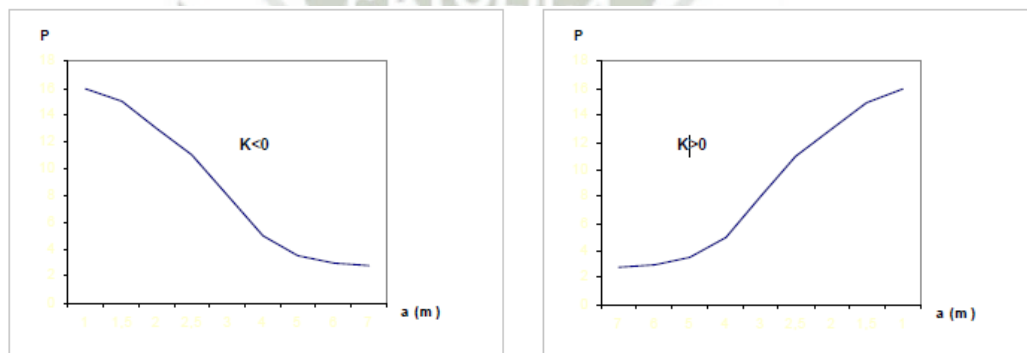
ρ_2 = Resistividad de la segunda camada

K = Coeficiente de reflexión

h = Profundidad de la primera camada

De la formulación anterior se pueden obtener:

Fig. 2.2 Resistividad en función del distanciamiento de los electrodos de media.



2.5.2.1 Procedimiento

- 1- Trazar un gráfico $\rho(a)$ x a obtenida por el método Wenner
- 2- Prolongar la curva $\rho(a)$ x a hasta cortar el eje de ordenadas del gráfico
- 3- Se escoge un valor a_1 arbitrariamente y se lleva a la curva para obtener su correspondiente valor de $\rho(a_1)$
- 4- Por el comportamiento de la curva $\rho(a)$ x a , se determina el valor de “ K ” (ascendente “+”, descendente “-“)
- 5- Como el valor de $\rho(a_1)/\rho_1$ o $\rho_1/\rho(a_1)$ obtenido, entre las curvas teóricas correspondientes se traza una línea paralela al eje de las abscisa. Esta recta

- corta las distintas curvas de K. Luego procedemos a leer todos los valores específicos de K y h/a correspondientes (Ver Capítulo 3, apéndice 3.4.2).
- 6- Multiplicar los valores obtenidos de h/a en el paso anterior por el valor a1. Asimismo con el quinto y sexto paso se genera una tabla con los valores correspondientes de K y h.
 - 7- Graficar la curva K x h de los valores obtenidos de la tabla generada en el paso sexto.
 - 8- Se escoge otro valor a2 arbitrariamente diferente a1 y se repite todo el proceso, resultando una nueva curva K x h.
 - 9- Se grafica esta nueva curva K x h en el mismo gráfico del séptimo paso.
 - 10- La intersección de las dos curvas K x h en un punto resultará los valores reales de K y h, por lo tanto la estratificación estará definida.
 - 11- Este procedimiento ha sido aplicado para conocer la estratificación del terreno para cada vértice integrante del proyecto.

2.5.2.2 Determinación de las dimensiones de la varilla de puesta a tierra.

La resistencia a tierra de la barra se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{U_o}{I} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l}{a} \quad (2.5.2)$$

Y de esta forma se puede calcular la resistencia para una serie de configuraciones, resaltando también las de forma horizontal.

2.6 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas de seguridad, deben cumplir con lo que indica el CNE, tanto para baja, media y alta tensión.

- a) Distancia de seguridad horizontal entre los conductores en los soportes para el mismo circuito y diferentes circuitos (según CNE Tabla N° 235-1)

TABLA 2.1 Distancia de seguridad horizontal entre los alambres, conductores o cables en los soportes

Clase de circuito	Distancia de seguridad (mm)	Notas
Conductores de comunicación expuesto	150	No se aplica en los puntos de transposición del conductor.
	75	Permitido cuando los espacios del soporte tipo espiga menor de 150 mm han tenido uso regular. No se aplica en puntos de transposición del conductor.
Alimentadores de vías férreas: Hasta 750 V, 120 mm ² o más Hasta 750 V, menos de 120 mm ² Más de 750 V a 8,7 kV	150 300 300	Cuando ya se ha establecido una distancia de seguridad de 250 a 300 mm por la práctica, ésta puede continuarse sujeto a las disposiciones de la Regla 235.B.1.b, para los conductores que tengan flechas aparentes no mayores de 900 mm y para las tensiones que no excedan de 8,7 kV.
Conductores de suministro del mismo circuito:		
Hasta 750 V	300	
Más de 750 V hasta 11 kV	400	
Más de 11 kV hasta 50 kV	400 más 10 mm por kV en exceso de 11 kV	
Más de 50 kV	ningún valor especificado	
Conductores de suministro de diferente circuito:		
Hasta 750 V	300	Para todas las tensiones mayores de 50 kV, la distancia de seguridad adicional deberá ser incrementada en 3% por cada 300 m que sobrepase de 1 000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias de seguridad para las tensiones mayores de 50 kV deberán basarse en la máxima tensión de operación.
Más de 750 V hasta 11 kV	400	
Más de 11 kV hasta 50 kV	400 más 10 mm por kV en exceso de 11 kV	
Más de 50 kV	ningún valor especificado	

Fuente: Código Nacional de Electricidad 2011

- b) Distancia de seguridad vertical entre conductores en los soportes (de acuerdo al CNE Tabla N° 235-5)

TABLA 2.2 Distancias de seguridad vertical entre conductores en los soportes

Conductores y cables por lo general en niveles más bajos	Conductores y cables por lo general en niveles más altos				
	Cables de suministro que cumplen con la Regla 230.C.1, 2 o 3; conductores neutros que cumplen con la Regla 230.E.1, cables de comunicación que cumplen con la Regla 224.A.2.a (m)	Conductores de suministro expuestos			
		Hasta 750 V (m)	Hasta 11 kV (m)	Sobre 11 a 50 kV	
				Misma empresa de servicio público ⁵ (m)	Diferente empresa de servicio público (m)
c. Conductores expuestos de más de 11 kV a 23 kV					
(1) Si es que se trabaja bajo tensión con línea viva las herramientas y los circuitos adyacentes no son ni desactivados ni cubiertos con protectores o pantallas				0,8 más 0,01 por kV ⁴ sobre 11 kV	1,2 más 0,01 por kV ⁴ sobre 11 kV
(2) Si es que no se trabaja bajo tensión a excepción de cuando los circuitos (ya sea superiores o inferiores) adyacentes están desenergizados o cubiertos con pantallas o protectores, o durante el uso de herramientas para líneas energizadas (trabajo en caliente) que no requieren que los linieros se ubican entre los alambres energizados				0,8 más 0,01 por kV ²⁴ sobre 11 kV	0,8 más 0,01 por kV ²⁴ sobre 11 kV
d. Conductores que exceden de 23 kV, más no de 50 kV				0,8 más 0,01 por kV ²⁴ sobre 11 kV	0,8 más 0,01 por kV ²⁴ sobre 11 kV

Fuente: Código Nacional de Electricidad 2011

- c) Distancia de seguridad en cualquier dirección desde los conductores de línea hacia los soportes y hacia los conductores verticales o laterales, alambre de suspensión o retenida unidos al mismo soporte (de acuerdo al CNE - Tabla

Nº 235-6)

TABLA 2.3 Distancia de seguridad en cualquier dirección desde los conductores de línea hacia los soportes y hacia los conductores verticales o laterales, alambre de suspensión o retenida unidos al mismo soporte.

Distancias de seguridad de los conductores de línea desde	Líneas de comunicación		Líneas de suministro Tensión de circuito de fase a fase			
	En general (mm)	En estructuras utilizadas de manera conjunta (mm)	Hasta 0,75 kV (mm)	Mayor de 0,75 kV hasta 11 kV (mm)	Mayor de 11 kV a 50 kV (mm)	Mayor de 50 kV a 550 kV ^{4,8} (mm)
1. Conductores verticales y laterales						
a. Del mismo circuito	75	75	75	200	100 más 6,67 por kV en exceso de 11 kV	Ningún valor especificado
b. De otros circuitos ^{12, 13}	75	75	75	200 ⁵	150 más 10 por kV en exceso de 11 kV	580 más 10 por kV en exceso de 50 kV
2. Alambres de suspensión o retenida ¹¹, o cables mensajeros unidos a la misma estructura:						
a. Cuando estén paralelos a la línea	75 ²	150 ^{1,7}		200 ¹	150 más 10 por kV sobre 11 kV	740 más 10 por kV sobre 50 kV
b. Retenidas de anclaje	75 ²	150 ^{1,7}		200 ¹	150 más 6,5 por kV sobre 11 kV	410 más 6,5 por kV sobre 50 kV
c. Todos los demás	75 ²	150 ^{1,7}		200	150 más 6,67 por kV sobre 11 kV	580 más 10 por kV sobre 50 kV
3. Superficie de los brazos de soporte	75 ²	75 ²		75 ^{5,8}	100 más 5 por kV sobre 11 kV ^{5,8, 10}	280 más 6 por kV sobre 50 kV
4. Superficie de estructuras:						
a. En estructuras utilizadas de manera conjunta	---	125 ²		125 ^{3,5,8}	125 más 5 por kV sobre 11 kV ^{5,8, 10}	330 más 5 por kV sobre 50 kV
b. Todos los demás	75 ²	---		75 ^{5,8}	75 más 5 por kV sobre 11 kV ^{5,8, 10}	280 más 5 por kV sobre 50 kV

Fuente: Código Nacional de Electricidad 2011

- d) Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes <750V-23kV>(de acuerdo al CNE - Tabla N° 234-1)

TABLA 2.4 Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones.

Distancia de Seguridad de	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra; retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V ¹³ ; conductores neutros que cumplen con la Regla 230.C.1 (m)	Partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados, cajas de equipos no puestas a tierra, hasta 750 V y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V ⁵ (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las Reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V ¹⁵ (m)	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 23 kV, cajas de equipos no puestas a tierra, 750 V a 23 kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750 V a 23 kV ⁵ (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V hasta 23 kV (m)
	Cables autoportantes de suministro hasta 750 V que cumplen con las Reglas 230.C.2 o 230.C.3 ⁵ (m)				
	Cables para retenidas, mensajeros, guarda o neutros				
	Conductor o cable aislado de BT				
1. Edificaciones					
a. Horizontal					
(1) A paredes, cerros, proyecciones, balcones, ventanas y otras áreas fácilmente accesibles ^{3, 16}	1,0	1,0	1,5	2,5	2,5 ^{10,11, 17}
b. Vertical ¹⁴					
(1) Sobre techos o proyecciones no fácilmente accesibles a peatones ³	1,8	1,8	3,0	4,0	4,0
(2) Sobre balcones y techos fácilmente accesibles a peatones ³	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
2. Letreros, chimeneas, carteles, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios y puentes (vehiculares)					
a. Horizontal ^{3, 4}	1,0	1,0	1,5 ⁹	2,5	2,5 ^{10,11}
b. Vertical					
(1) Sobre pasillos y otras superficies por donde transita el personal	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
(2) Sobre otras partes de dichas instalaciones no accesibles al personal ⁴	1,8	1,8	3,0 ¹⁵	3,5	3,5
3. Puentes peatonales					
a. Horizontal					
A paredes de la estructura o sus proyecciones ¹⁶	1,0	1,0	1,5	2,5	2,5 ^{10,11, 17}
b. Vertical					
(sólo para puentes peatonales con techo o pantalla)	3,0	3,0	3,0	3,8	3,8

Fuente: Código Nacional de Electricidad 2011

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

TABLA 2.5 Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes <750V-23kV>.

Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenida puesta a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas hasta 300 V ^{11, 13} ; conductores neutros que cumplen con la Regla 230.E.1; cables de suministro que cumplen con la Regla 230.C.1 (m)	Conductores de comunicación no aislados; cables autoportantes de suministro hasta 750 V que cumplen con las Reglas 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las Reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 300 V a 750 V ¹⁴ (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 V a 23 kV ¹⁴ (m)	Conductores de contacto de vías férreas electrificadas y trole; y cables mensajeros	
	Cables para retenidas, mensajeros, guarda o neutros	Conductor o cable aislado de BT	Conductor protegido de BT Conductor o cable aislado de MT	Conductor desnudo de MT	Hasta 750 V a tierra (m)	Más de 750 V a 23 kV a tierra (m)
Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen						
1. Vías Férreas de ferrocarriles (excepto ferrovías electrificadas que utilizan conductores de trole aéreos) ^{2, 16, 22}	7,3	7,3	7,5	8,0	7,0 ⁴	7,0 ⁴
2.a. Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones ²³	6,5	6,5	6,5	7,0	5,5 ⁵	6,1 ⁵
2.b. Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones ²³	5,5	5,5	5,5	6,5	5,5 ⁵	6,1 ⁵
3. Calzadas, zonas de parqueo, y callejones	5,5 ^{7, 13}	5,5 ^{7, 13}	5,5 ⁷	6,5	5,5 ⁵	6,1 ⁵
4. Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	5,5	5,5	5,5	6,5	-	-
5.a. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos ⁹	4,0	4,0 ⁸	4,0 ⁸	5,0	5,0	5,5
5.b. Calles y caminos en zonas rurales	5,5	5,5 ⁸	5,5 ⁸	6,5	5,5	6,1
Cuando los alambres o cables recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino						
9.a. Carreteras y avenidas	5,5 ²⁴	5,5	5,5	6,5	5,5 ⁵	6,1 ⁵
9.b. Caminos, calles o callejones	5,0 ²⁴	5,0	5,0	6,0	5,5 ⁵	6,1 ⁵
9.c. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	4,0	4,0 ⁸	4,0 ⁸	5,0	5,0	5,5
10.a. Calles y caminos en zonas rurales	5,0 ²⁴	5,0 ¹³	5,0	6,0	5,5 ⁵	6,1 ⁵
10.b. Caminos no carrozables en zonas rurales	4,5 ¹²	4,5	4,5	5,0	5,5 ⁵	6,1 ⁵

Fuente: Código Nacional de Electricidad 2011

- f) Distancias Mínimas a Terrenos Boscosos o Árboles Aislados (DGE)(Pg07-RD-018)

Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles

Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales

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

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

2.7 IMPOSICION DE FAJA DE SERVIDUMBRE

a) Servidumbre

La servidumbre, es el derecho otorgado por Resolución Ministerial del Ministerio de Energía y Minas, por la que faculta a la empresa concesionaria a la ocupación de bienes públicos o privados y de sus aires para la instalación de las estructuras y conductores eléctricos que corresponden a la línea de transmisión.

b) Faja de Servidumbre

La faja de servidumbre, es la proyección sobre el suelo de la faja ocupada por los conductores más la distancia de seguridad, el ancho mínimo de la Faja de Servidumbre a lo largo de toda la línea de transmisión, depende de la tensión de transmisión. Según el Artículo 112° de la Ley de Concesiones Eléctricas, obliga a

la empresa concesionaria de electricidad a indemnizar al propietario el perjuicio que eso ocasiona y a pagar por el uso de dicha faja de servidumbre.

2.8 DEFINICIONES PARA EL CALCULO ELECTRICO DE LA LINEA.

2.8.1 Selección del Conductor

Para seleccionar el tipo de conductor que se debe usar en una determinada línea de transmisión, se debe tener en consideración las características de los metales que conforman los hilos de los conductores.

2.8.1.1 Determinación de la sección mínima del Conductor

Para determinar la sección mínima, del conductor a utilizar en una línea de transmisión, se debe tener en cuenta varios criterios que a continuación se detallan:

a) La caída de tensión.

La circulación de la intensidad de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el extremo transmisor (centro de generación) y el extremo receptor (carga). Matemáticamente se expresa como:

$$\Delta v = V_1 - V_2$$

Donde:

Δv : Caída de tensión (V).

V_1 : Tensión en el extremo transmisor (V)

V_2 : Tensión en el extremo receptor (V)

Pero normalmente, la caída de tensión se expresa en tanto por ciento, respecto a la tensión en el origen; esta relación se denomina caída porcentual de tensión.

Matemáticamente sería:

$$\Delta v = \frac{\Delta v\%}{100} V_1 \quad (2.8.1)$$

Donde:

$\Delta v\%$: Caída porcentual de tensión. Según el CNE en el ítem 017.D se indica que las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía a todo consumidor.

Con respecto al $\Delta v\%$ es necesario comentar que como se dijo, la caída porcentual de tensión es de 5%, el cual tiene que ser verificado por el COES, antes de que el estudio de la línea de transmisión sea aprobado por el MEM; dicha verificación se realiza con el software DEGSILENT POWER FACTORY, el cual es un software muy avanzado en el análisis de sistemas de potencia.

Por otro lado, sabiendo que la intensidad de corriente eléctrica que circula por la línea es:

$$i = \frac{P_2}{\sqrt{3} * V_2 \cos \phi} \quad (2.8.2)$$

Donde:

i : Intensidad de corriente eléctrica total que circula por la línea (A)

P_2 : Potencia de transmisión (W)

V_2 : Tensión en el extremo receptor (V).

$\cos \phi$: Factor de potencia.

La caída de tensión que dicha intensidad de corriente origina en la línea, considerando únicamente la resistencia del conductor será:

$$\Delta v = \sqrt{3} * r * i * \cos \phi \quad (2.8.3)$$

Donde:

i : Intensidad de corriente eléctrica total que circula por la línea (A)

r : Resistencia del conductor

$\cos \phi$: Factor de potencia.

El valor de la resistencia del conductor, depende del material y de la longitud del mismo; y se puede calcular con la siguiente relación:

$$r = \rho \frac{L}{S} \quad (2.8.4)$$

Donde:

r : Resistencia del conductor

L : Longitud del conductor (km)

S : Sección del conductor (mm^2)

ρ : Coeficiente de resistividad del conductor a 20°C ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$), dicho valor varía según el tipo y material del conductor.

Entonces, reemplazando las ecuaciones (2.8.2) y (2.8.4) en la ecuación (2.8.3)

$$\Delta v = \sqrt{3} * \rho \frac{L}{S} * \left(\frac{P_2}{\sqrt{3} * V_2 \cos \phi} \right) * \cos \phi \quad (2.8.5)$$

Simplificando la ecuación (2.7.4), se tiene:

$$\Delta v = \frac{\rho * L * P_2}{S * V_2} \quad (2.8.6)$$

Despejando la sección del conductor (S), se tiene:

$$S = \frac{\rho * L * P_2}{\Delta v * V_2} \quad (2.8.7)$$

Reemplazando la ecuación (2.8.1) en (2.8.7), se tiene:

$$S = \frac{\rho * L * P_2}{\left(\frac{\Delta v \%}{100} V_1 \right) V_2} \rightarrow S = \frac{100 * \rho * L * P_2}{(\Delta v \%)*V_1 * V_2} \quad (2.8.8)$$

Haciendo $P_2 = P$ que es la potencia de transmisión y considerando que la caída de tensión es pequeña en comparación con la tensión de transmisión, entonces para fines de determinar la sección mínima del conductor, se puede hacer que $V_1 = V_2 = V$ que es la tensión de transmisión; entonces la ecuación (2.7.8) quedaría como:

$$S = \frac{100 * \rho * L * P}{(\Delta v \%)*V^2} \quad (2.8.9)$$

Donde:

S : Sección del conductor (mm^2)

P : Potencia de transmisión (W)

L : Longitud de la línea (km)

V: Tensión en el extremo receptor (V).

$\Delta v\%$: Caída porcentual de tensión. En líneas de transmisión este valor debe ser como máximo 5%, con el objeto de garantizar el funcionamiento adecuado de la línea.

ρ : Coeficiente de resistividad del conductor a 20°C ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$), dicho valor varía según el tipo y material del conductor.

b) Corriente de Corto Circuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor, como consecuencia de un cortocircuito de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos), esta temperatura máxima depende del material del conductor.

La corriente máxima de corto circuito en el conductor depende del material, sección del conductor, la temperatura máxima que se puede alcanzar y el tiempo de duración de la falla. La siguiente ecuación describe la relación entre las variables mencionadas anteriormente.

$$I_{cc} = S * k * \sqrt{\frac{\log\left(\frac{T_2 + \delta}{T_1 + \delta}\right)}{t}} \quad (2.8.10)$$

Donde:

I_{cc} : Máxima capacidad de corriente de cortocircuito (A)

S : Sección mínima del conductor (mm^2)

k : Constante que para el cobre equivale a 341 y para el aluminio y sus derivados equivale a 224.

T_1 : Temperatura de operación del conductor ($^{\circ}\text{C}$). Su valor se indica en tablas.

T_2 : Temperatura máxima permisible en estado de falla ($^{\circ}\text{C}$). Su valor se indica en tablas.

t : Tiempo de duración de la falla (puede ser 1 segundo).

δ : Temperatura de resistencia cero. Su valor para el aluminio y sus derivados equivale a 240°C

c) Capacidad de corriente máxima.

La capacidad máxima de corriente, es un valor que todo conductor tiene como valor máximo que puede soportar en condiciones normales de operación y en régimen permanente.

Sabiendo que la intensidad de corriente eléctrica que circula por la línea trifásica es:

$$i = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \phi} \quad (2.8.11)$$

Donde:

i : Intensidad de corriente eléctrica total que circula por la línea.

P : Potencia de transmisión (kW)

V : Tensión de transmisión (kV)

$\cos \phi$: Factor de potencia

La ecuación (2.7.9) se aplica cuando la línea es de simple terna y un solo conductor por fase; pero cuando se desea diseñar líneas de doble terna y con más conductores por fase, es necesario utilizar la siguiente relación.

$$i = \frac{P}{\sqrt{3}n.t.V.\cos \phi} \quad (2.8.12)$$

Donde:

n : Número de conductores por fase.

t : Número de circuito o de ternas.

2.8.2 Selección del Cable de Guarda

Los cables de guarda son conductores conectados a tierra y colocados sobre los conductores de fase para interceptar las descargas tipo rayo las cuales podrían caer directamente sobre las fases. La corriente de la descarga tipo rayo es desviada a tierra a través de una línea de tierra en el soporte. Para que sea efectivo, el cable de guarda deberá tener su puesta a tierra en cada soporte.

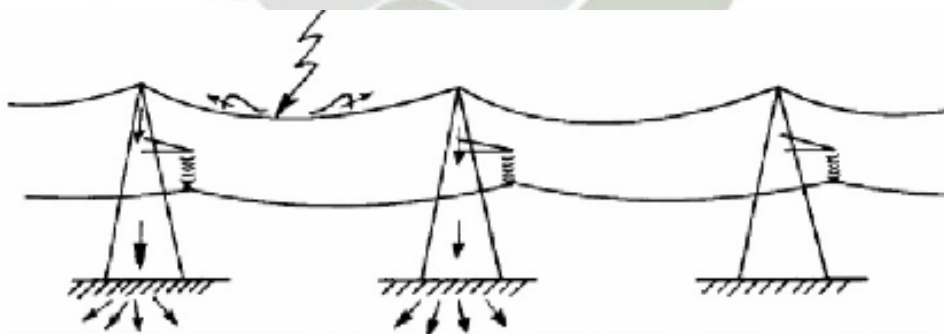


Fig. 2.3 Selección del Cable de guarda

Fuente: www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Tecnologias/motores.pdf

El diseño de un cable de guarda consiste básicamente en la determinación de su ubicación en la estructura. Las características mecánicas se deben considerar de tal forma, que resista la carga mecánica y no vaya a tener una flecha excesiva. Las características eléctricas, deben garantizar bajas pérdidas por inducción y bajos voltajes de paso y de contacto.

El ángulo de apantallamiento es el ángulo real que existe entre el cable de guarda y el conductor de la fase. Como el que se muestra a continuación:

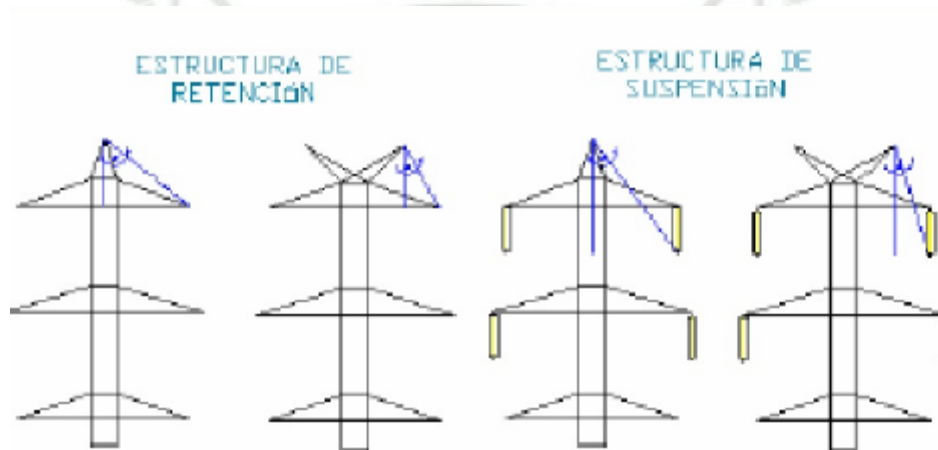


Fig. 2.4 Cable de guarda en las estructura de Retención y Suspensión

Fuente: www.ealuro.com/ea1gx/CABLES-DE-GUARDA-EN-TORRES-DE-ALTA-TENSION-Y-RAYOS.pdf

La experiencia con varias líneas indican que un ángulo de 20 grados da resultados satisfactorios, mientras que con ángulos de 45 grados se ha obtenido resultados pobres en la protección de la línea ante descargas atmosféricas.

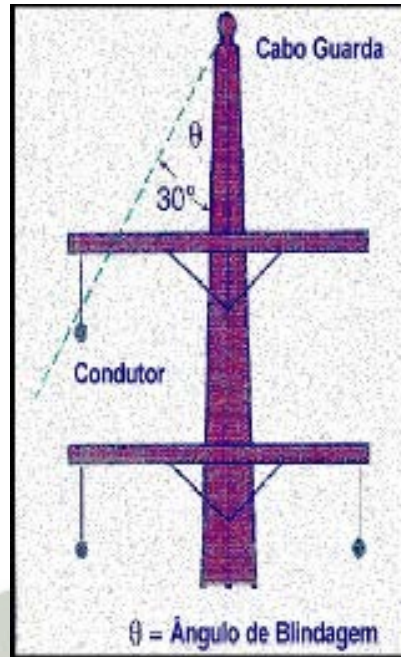


Fig. 2.5 Angulo de Blindaje

Fuente: www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Tecnologias/motores.pdf

2.9 CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

2.9.1 Formulas Aplicables

De acuerdo a la Norma DGE/MEM "Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural", se establece:

Donde:

- σ_1 : Esfuerzo admisible en la hipótesis I(Kg/mm²).
- σ_2 : Esfuerzo admisible en la hipótesis II(Kg/mm²).
- W_{r1} : Carga resultante en la hipótesis I (Kg/m).
- W_{r2} : Peso resultante en la hipótesis II (Kg/m).
- t_1 : Temperatura en la hipótesis I (°C).

- t_2 : Temperatura en la hipótesis II (°C).
 α : Coeficiente de dilatación lineal (1/°C).
 E : Módulo de elasticidad(Kg/mm²).
 A : Sección del conductor (mm²).
 D : Vano (m).

2.9.2 Esfuerzo del Conductor en el Extremo Superior Derecho

Fórmula exacta: (Pg. 11 RD018)

$$T_D = T_0 \cdot \cosh\left(\frac{X_D}{P}\right) \quad (2.9.1)$$

Formula aproximada:

$$T_D = \sqrt{T_0^2 + (X_D * W_R)^2}$$

2.9.3 Esfuerzo del Conductor en el Extremo Superior Izquierdo

$$T_I = \sqrt{T_0^2 + (X_D * W_R)^2} \quad (2.9.2)$$

2.9.4 Angulo del Conductor Respecto a la Línea Horizontal, en el Apoyo Derecho

$$\theta_D = \cos^{-1}(T_0/T_D) \quad (2.9.3)$$

2.9.5 Angulo del Conductor Respecto a la Línea Horizontal, en el Apoyo Izquierdo

$$\theta_I = \cos^{-1}(T_0/T_I)$$

2.9.6 Distancia del Punto más Bajo de la Catenaria al Apoyo Izquierda

Fórmula aproximada:

$$X_I = \frac{d}{2} - \frac{T_o}{W_R} \cdot \frac{h}{d} \quad (2.9.4)$$

2.9.7 Distancia del Punto más Bajo de la Catenaria al Apoyo Derecho

$$X_D = d - X_I$$

(2.9.5)

2.9.8 Longitud del Conductor (Pg12-RD018)

Fórmula exacta

$$L = \sqrt{\left(2p \cdot \sinh \frac{d}{2p}\right)^2 + h^2} \quad (2.9.6)$$

Fórmula aproximada

$$L = \frac{d}{\cos \omega} + \frac{8f^2 \cdot \cos \omega}{3d}, \cos \omega = \frac{1}{\sqrt{1 + (h/d)^2}}$$

2.9.9 Flecha del Conductor en Terreno sin Desnivel

Fórmula exacta

$$f = p \left(\cosh \frac{d}{2p} - 1 \right) \quad (2.9.7)$$

Fórmulas aproximadas

$$f = \frac{W_R \cdot d^2}{8T_o} ; f = \frac{d^2}{8p}$$

2.9.10 Flecha del Conductor en Terreno Desnivelado

Fórmulas aproximadas:

$$f = \frac{W_R \cdot d^2}{8T_0} \sqrt{1 + (h/d)^2}; f = \frac{d^2 \sqrt{1 + (h/d)^2}}{8p}$$

2.9.11 Saeta del Conductor

Fórmula exacta:

$$S = p \left(\cosh \frac{X_I}{p} - 1 \right) \quad (2.9.8)$$

2.9.12 Carga Unitaria Resultante en el Conductor

$$W_R = \sqrt{[W_C + 0.0029(\phi + 2c)]^2 + [P_V \frac{(\phi + 2c)}{1000}]^2} \quad (2.9.9)$$

$$P_V = 0,041(V_V)^2 \quad (2.9.10)$$

2.9.13 Vano-Peso

$$V_P = X_D(i) + X_I(i + 1)$$

2.9.14 Vano-Medio (Vano-Viento)

$$V_M = \frac{di + d(i+1)}{2} \quad (2.9.11)$$

2.9.15 Simbología y Esquema Considerado (Pg14-RD018)

- T₀₁ Esfuerzo horizontal en el conductor para la Condición 1, en N/mm²
- T₀₂ Esfuerzo horizontal en el conductor para la Condición 2, en N/mm²
- d Longitud del vano en m

E Módulo de Elasticidad final del conductor, en N/mm²

S Sección del conductor, en mm²

Wc Peso del conductor, en N/m

t₁ Temperatura del conductor en la condición 1

t₂ Temperatura del conductor en la condición 2

α Coeficiente de expansión térmica, en 1/°C

h Desnivel del vano, en m

p Parámetro del conductor, en m

φ Diámetro del conductor, en m

Pv Presión de viento, en Pa

e Espesor de hielo sobre el conductor, en m

Vv Velocidad de viento, en km/h

2.9.16 Ecuación de la Catenaria

$$Y = \sigma \left[\cosh \left(\frac{X \cdot W_r}{S \sigma} \right) - 1 \right] \quad (2.9.12)$$

X :Semivano en (m)

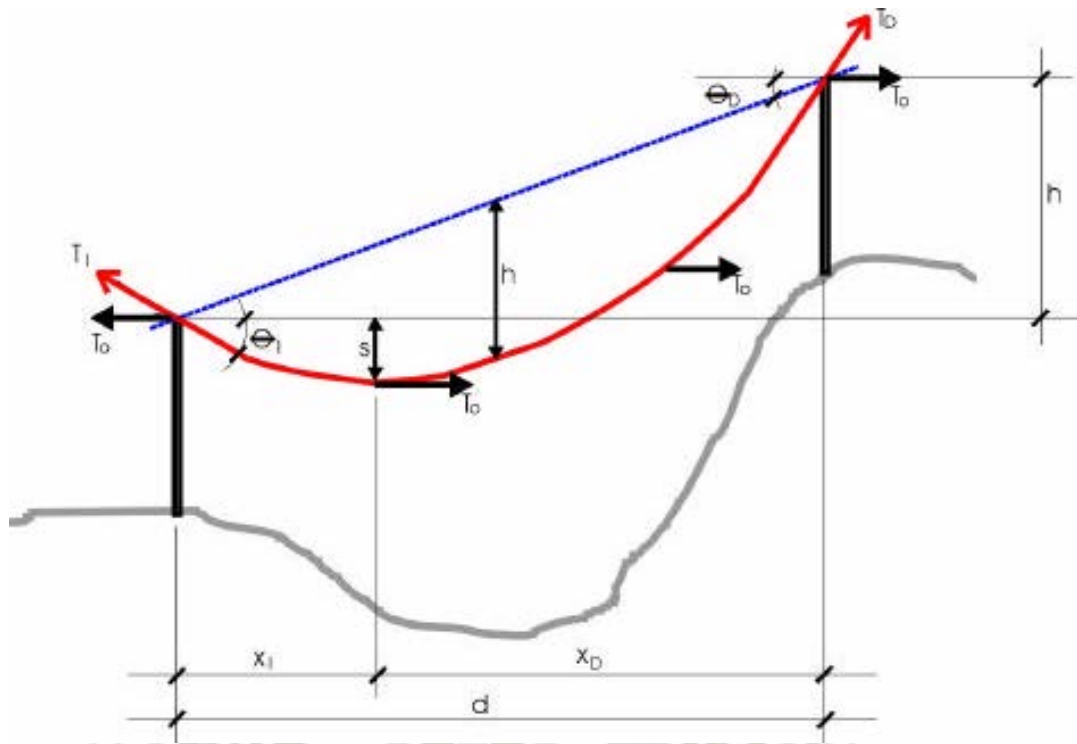


Fig. 2.6 Representación de un vano desnivelado

Fuente: Enrique Ras Oliva. Cálculo de líneas y redes eléctricas

2.9.1.7 Cálculos del Vano Básico

Es el vano de diseño, que 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.

$$d = \sqrt{\frac{d_1^3 + d_2^3 + \dots + d_i^3}{d_1 + d_2 + \dots + d_i}} \quad (2.9.13)$$

2.9.1.8 Determinación del EDS Inicial y el EDS Final

En los últimos años se han realizado cálculos mecánicos y distribución de estructuras que suponían como una constante el módulo de elasticidad del conductor, en la realidad sin embargo las pruebas a los conductores que se hacen para determinar el módulo de elasticidad muestran una variación (deformación) considerable. La primera carga de un conductor forma un diagrama de esfuerzo-deformación ligeramente curvado, es decir que el módulo no es estrictamente constante. Si se continúa la prueba hasta una carga que se acerque al límite elástico y se regrese luego a carga nula, el conductor regresa a la curva de esfuerzo-deformación recta.

Cuando el conductor se instala en las líneas eléctricas y no se somete previamente a la tensión máxima de diseño, se estirará bajo la carga máxima, siguiendo la curva inicial de esfuerzo-deformación; al suprimir la carga, el conductor se contraerá siguiendo el módulo final y no regresará a la longitud inicial por la magnitud de la deformación permanente. Esto da como resultado una flecha ligeramente más grande que aquella a la que se instaló el conductor originalmente. Además el conductor nunca alcanzará la misma tensión máxima si se aplica la misma carga máxima una segunda vez .

El esfuerzo EDS inicial se utiliza para la preparación de la tabla de tensado.

El esfuerzo EDS final se utiliza en la determinación de la posición de amortiguadores.

El esfuerzo EDS final no es constante, sino variable con la longitud del vano, y debe calcularse tomando en cuenta el módulo de elasticidad final y la deformación permanente (permanent set) y el efecto Creep.

Para nuestro caso el Software DLTCAD versión 2012, realiza el cálculo de las EDS finales en forma automática al realizar la distribución de estructuras, obtiene un EDS final para cada vano de la línea, ya que va a depender de los esfuerzos a que es sometido el conductor, el efecto Creep y depende de la longitud de cada vano; se puede estimar un EDS final promedio del 16%.

2.10 SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA SOPORTE

Para la línea en 22,9 kV Huamachuco- Minaspampa, se utilizara estructuras de madera del tipo biposte y triposte con postes de madera nacional de 13m clase 5, de eucalipto, y Monoposte con postes de Concreto Armado Centrifugado 15/400daN.

El motivo por el cual se utilizara poste de concreto es que, la ruta de la línea cruza las calles de Huamachuco. Los postes de madera se utilizaran en zonas fuera de las calles de Huamachuco con desniveles apreciables.

De acuerdo al trazo de la ruta, se ha previsto la utilización de los siguientes tipos de estructuras:

Tipo	Utilización	N° De Postes
•PSH	Alineamiento	0°-5- 2
•PA1H	Angulo	5°-30° 2
•PA2	Angulo	30°-60° 2
•PRH	Retención	0°-5° 2
•P3A2	Ángulo/Anclaje	0°-5° 3
•PA3	Retención	3
•PSVE	Especial	1

Sus respectivos planos son del N-08 al N-14.

Las estructuras estarán provistas de retenidas para asumir los esfuerzos longitudinales normales y excepcionales originados en las diferentes secciones de línea.

2. 10.1 Cálculo Mecánico de Estructuras

Estos Cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en postes, cables de retenida y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se supere los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro y complementariamente en la Norma DGE "Diseño de Líneas Primarias para Electrificación Rural".

2. 10.1.1 Factores de Seguridad

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

En condiciones normales

Poste de madera 2,2

Poste de concreto 2

Cruceta de madera⁴

Para los postes de madera, los factores de seguridad mínimos consignados son válidos tanto para cargas de flexión como de compresión (pandeo)

2. 10.1.2 Fórmulas Aplicables (Pg 16-RD018)

De acuerdo a la Norma DGE/MEM "Bases para el Diseño de Líneas para Electrificación Rural", se establece las formulas siguientes:

- Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = P_v \times d \times \phi_c \times \sum hi \times \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (2.10.1)$$

- Momento debido a la carga de los conductores:

$$MTC = 2T_c \times \sum hi \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (2.10.2)$$

- Momento debido a la carga del viento sobre la estructura

$$MVP = [P_v \times hl^2 \times (D_m + 2D_o)]/600 \quad (2.10.3)$$

- Momento total para hipótesis de condiciones normales, en estructura de alineamiento, sin retenidas :

$$MRN = MVC + MTC + MVP \quad (2.10.4)$$

- Esfuerzo del poste de madera en la línea de empotramiento, en hipótesis de condiciones normales:

$$R_H = \frac{MRN}{3,13 \times 10^{-5} \times C^3} \quad (2.10.5)$$

- Carga crítica en el poste de madera debida a cargas de compresión:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KI)^2}; I = \frac{\pi D m^3 D_o}{64}$$

- Deflexión Máxima del Poste de Madera:

$$\delta = \frac{MRN}{3EI} \leq 4\% \quad (2.10.6)$$

- Carga en la punta del poste de concreto, en hipótesis de condiciones normales:

$$Q_N = \frac{MRN}{hl-0.15} \quad (2.10.7)$$

- Esfuerzo a la flexión en crucetas de madera:

$$Ma = \left(\sum Q_v \right) (Bc) \quad (2.10.8)$$

2. 10.1.3 Simbología (Pg18-RD018)

P_v	=	Presión del viento sobre superficies cilíndricas, en Pa
d	=	Longitud del vano-viento, en m
T_c	=	Carga del conductor, en N
ϕ_c	=	Diámetro del conductor, en m
α	=	Angulo de desvío topográfico, en grados
D_o	=	Diámetro del poste en la cabeza, en cm
D_m	=	Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm
hl	=	Altura libre del poste, en m
hi	=	Altura de la carga i en la estructura con respecto al terreno, en m
B_c	=	Brazo de la cruceta, en m
hA	=	Altura del conductor roto, respecto al terreno, en m
B_c	=	Brazo de la cruceta, en m
K_r	=	Relación entre el vano-peso y vano-viento
R_c	=	Factor de reducción de la carga del conductor por rotura: 0,5 (según CNE)
W_c	=	Peso del conductor, en N/m
WCA	=	Peso del aislador tipo Pin o cadena de aisladores, en N
WAD	=	Peso de un hombre con herramientas, igual a 1 000 N
C	=	Circunferencia del poste en la línea de empotramiento en cm

E	=	Módulo de Elasticidad del poste, en N/cm ²
I	=	Momento de inercia del poste, en cm ²
k	=	Factor que depende de la forma de fijación de los extremos del Poste
l	=	Altura respecto al suelo del punto de aplicación de la retenida
hc	=	Lado de cruceta paralelo a la carga, en cm
b	=	Lado de cruceta perpendicular a la carga, en cm
ΣQ _v	=	Sumatoria de cargas verticales, en N (incluye peso de aislador, conductor y de 1 hombre con herramientas).

2. 10.2 Cálculo Mecánico de Crucetas

El cálculo mecánico de crucetas permite determinar el vano peso máximo que puede soportar la cruceta. Se calcula por separado para cruceta simple en el caso de estructuras de suspensión y para cruceta doble en el caso de estructuras de retención y anclaje. El cálculo se encuentra basado en los esfuerzos producidos por cargas externas aplicadas (producida por las fuerzas del viento y el tiro), llegando a predominar los esfuerzos por flexión y los esfuerzos por corte, para lo cual una vez hallados, éstos son comparados con los esfuerzos inherentes del material (madera) que puede resistir, teniendo en cuenta el factor de seguridad. La fórmula general para el cálculo de crucetas por flexión es la siguiente:

Donde:

$$Vp = \frac{Ma/Fsc - Pad \times Bc}{Wo \times Bc} \quad (2.10.9)$$

<i>Vp</i>	:	vano peso
<i>Ma</i>	:	Momento aplicado a la cruceta (N/m)
<i>Fsc</i>	:	Factor de seguridad de la cruceta en condición
<i>Bc</i>	:	Brazo de la cruceta
<i>Wo</i>	:	Masa unitaria del conductor (kg)
<i>Pad</i>	:	Peso Adicional (aislador, conductor, operario, etc)

Y el esfuerzo por corte:

$$Vc = \frac{Pa/Fsc - Pad}{Wo} \quad (2.10.10)$$

Donde:

- Vp : Vano peso
Pa : Carga aplicada a la cruceta (N)
Fsc : Factor de seguridad de la cruceta en condición
Wo : Masa unitaria del conductor (kg)
Pad : Peso Adicional (aislador, conductor, operario, etc)

2. 10.3 Prestaciones de Estructuras

Para definir las prestaciones de las estructuras (Vano viento, Vano peso, Vano máximo) se consideró:

- Aislamiento de los conductores y distancias de seguridad
- Separación horizontal y vertical entre conductores a medio vano
- Cálculo mecánico de la cruceta simple y doble

2.11 CALCULO DE CIMENTACIONES DE POSTES

2.11.1 Método del Cálculo de Cimentaciones

Para el diseño de la cimentación del poste en madera se basó en la distribución de esfuerzos que se genera por reacción ante una fuerza horizontal dada por Shulzberger, encontrándose que estas reacciones actúan con mayor incidencia en la base del poste (profundidad “h”) y en la dos terceras partes de profundidad (2/3h) a la que se encuentra enterrado el poste.

2.11.2 Metodología

Como el sistema se encuentra en equilibrio se debe cumplir que:

$$\sum F_h = 0 \quad \sum M_o = 0$$

$$F - R_1 + R_2 = 0; R_2 = R_1 - F \quad \dots(2.11.1)$$

$$F*(H + 2*h/3) - R_1*(h/3) - R_2*(2*h/9) \quad \dots(2.12.2)$$

De (2.11.1):

$$A_2 = D * h/3 \sigma_1 = R_1/A_1 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$A_1 = D * h/3 \sigma_2 = R_2/A_2 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Una vez determinados los esfuerzos generados por R1 y R2, se procede a compararlos con la capacidad admisible lateral, cuyo valor se ha basado en el índice de compresibilidad del material propio de la cimentación. Según la evaluación que tengamos del material propio, se deberá reemplazar, si es necesario, por un mejor material de composición gravoso. En nuestro caso, se reemplazará la zona donde actúan las reacciones R1y R2con una capa de bolonería de tamaño variable entre 8” y 10”, completándose el resto de la cimentación con material propio seleccionado mejorado con gravas compactado en capas de 20 cm, según se indica en los planos. Se recurre a las capas de bolonería porque de esta manera aseguramos que la capacidad lateral del terreno que rodea al poste, en las zonas donde actúan las reacciones críticas (R1 y R2) sea de un valor que supere los 4 kg / cm².

$$\sigma_1 < \sigma_t = 4 \text{ kg/cm}^2 \text{ Ok}$$

$$\sigma_2 < \sigma_t = 4 \text{ kg/cm}^2 \text{ Ok}$$

Se indica que la colocación de bolonería es necesaria sólo donde actúan las reacciones críticas (R1 y R2), según se muestra en los planos, pudiéndose completar el resto de la cimentación con material propio (arcilloso – arenoso mejorados con gravas) debidamente compactados, ya que en estas zonas, a lo largo de la profundidad de la cimentación, no se requiere mayor “refuerzo”, según el método Shulzberger, que es el que se está empleando en los cálculos.

El área del poste en el fondo de cimentación es: $A_3 = D^2 \cdot \pi / 4$

El esfuerzo transmitido es: W_t / A_3

Si la capacidad portante del suelo es menor que la solicitada, se tendrá que realizar una mejor distribución de esfuerzos por medio de una cama de piedra seleccionada de 0.20 m de espesor y diámetro promedio 4”.

Donde:

h : Profundidad de cimentación.

A₃: Área de la base del poste en el fondo de la cimentación.

σ : Presión máxima admisible en las paredes del terreno.

W_t: Carga vertical total.

R1, R2: Reacciones generadas debido a la fuerza horizontal.

σ_1, σ_2 : Esfuerzos generados por la reacciones.

F: Carga horizontal de trabajo.

L: Altura útil del poste.

H: Altura total del poste.

D: Diámetro de la base del fondo del poste.

2.11.3 Tipos de Terrenos Definidos

Terreno I: Terrenos conformados por arcillaslimosas con presencia de gravas sueltas, con matriz arcillosa de consistencia de media a firme, con plasticidad de baja a alta.

Capacidad Portante Admisible: 1.00 – 3.00 kg/cm²

TerrenoII: Terrenos conformados por gravas con matriz de arcilla con presencia de fragmentos de roca angulosa densa, afloraciones de roca y roca fragmentada de tamaño diverso.

Capacidad Portante Admisible: >3.00 kg/cm²

2.12 CÁLCULO DEL BLOQUE DE RETENIDA

2.12.1 Método de Cálculo de Cimentación de Retenidas

Para el diseño de la cimentación de la retenida, se empleó el método de fuerzas en un elemento en equilibrio. La cimentación para la retenida se compone de una excavación prismática, de dos secciones: triangular y rectangular. Sobre la varilla metálica de la retenida actuará una fuerza de tracción, la cual tratará de arrancar el bloque de concreto enterrado en el extremo de la varilla. Las fuerzas opositoras a la tracción son las siguientes:

- Peso del bloque de concreto armado : P_b
- Peso del material de relleno compactado : W_t
- Fuerza debido al peso del relleno compactado en la retenida : P_w
- Rozamiento entre caras laterales (entre el relleno y el suelo) : F_r

2.12.2 Metodología

Como el sistema se encuentra en equilibrio se debe cumplir que:

$$\sum F = 0$$

$$F_t \leq P_w + P_b \cos \phi + F_r \quad (2.12.1)$$

Donde:

F_t : Fuerza de tracción originada en la varilla de anclaje.

$P_b \cos \phi$: Componente en la dirección del cable de retenida debido al peso del bloque de concreto armado.

F_r : Sumatoria de las fuerzas de rozamiento en las 04 caras laterales

Para el cálculo de la cimentación de las retenidas, la fuerza que ejerce mayor oposición a la fuerza externa de tracción, es la componente del peso propio del relleno compactado, en dirección del cable.

El peso propio del relleno compactado se calcula con la siguiente fórmula:

$$W_t = A_L \cdot f \cdot \gamma \cdot g \cdot \cos \phi = W_t \cdot \cos \phi \quad (2.12.2)$$

Donde:

A_L : Área lateral del bloque de retenida

f : Dimensión de la cimentación, transversal al plano de la retenida

γ : Peso específico natural del material propio (1700 Kg/cm²)

\emptyset : Angulo que forma el cable de retenida con la vertical.

g : Gravedad: 9.81 m/s²

Para el cálculo general de las fuerzas de rozamiento, éstas se determinan, en su forma más genérica, con la siguiente expresión:

$$F_r = F_L \cdot \mu \quad (2.12.3)$$

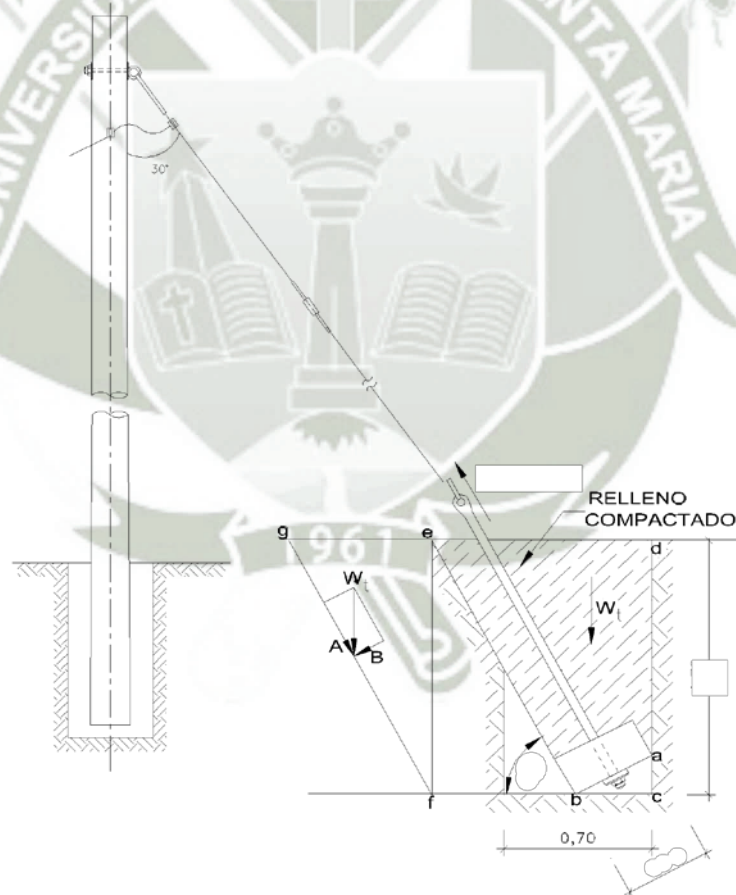


Fig. 2.7 Detalle del montaje de una retenida

Fuente: CNE Suministro 2011

Las fuerzas de rozamiento se calculan multiplicando las fuerzas laterales perpendiculares a la superficie de contacto, por el coeficiente de rozamiento, entre caras de relleno compactado y terreno natural.

La fuerza de rozamiento F_{r1} se calculará de la siguiente manera:

$$F_{r1} = W_t \cdot \sin \phi \cdot \mu \quad (2.12.4)$$

La Fuerza de rozamiento F_{r2} se calcula por la siguiente expresión:

$$F_{r2} = K_a \cdot \gamma \cdot g \cdot H^2 \cdot D \cdot \cos \phi \cdot \mu \quad (2.12.5)$$

La Fuerza de rozamiento F_{r3} se calcula por la siguiente expresión:

$$F_{r3} = K_a \cdot \gamma \cdot g \cdot H^2 \cdot f \cdot \cos \phi \cdot \mu \quad (2.12.6)$$

Donde tenemos:

- K_a : Coeficiente de empuje lateral del suelo
- H : Profundidad de excavación
- f : Dimensión de la cimentación, transversal al plano de la retenida
- D : Dimensión horizontal de la cimentación, paralela al plano de la retenida.
- g : Gravedad: 9.81 m/s^2

$$F_r = F_{r1} + 2(F_{r2}) + F_{r3} \quad (2.12.7)$$

CAPITULO III

CALCULOS DE APLICACIÓN AL PROYECTO LÍNEA EN 22,9 kV

HUAMACHUCO-MINASPAMPA

3.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA

3.1.1 Postes, crucetas y riostras

Se utilizarán postes de concreto de 15m por las calles de Huamachuco de anclaje y alineamientos; y postes de madera nacional de 13m, para las zonas con altos desniveles. Estos postes cumplen con las características mecánicas establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto.

Ménsulas de C.A.V. de 1,80 m; crucetas de C.A.V. de 2m y crucetas de madera nacional tipo tornillo de sección 102mmx127mm y longitudes de 1,2 m, 2,4m, y 4,3m, de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto. Accesorios metálicos para postes y crucetas que se utilizarán son: pernos maquinados, perno-ojo, tuerca-ojo, perno tipo doble armado, perno ojo con hombros, perno horquilla, arandelas.

3.1.2 Conductor y cable de guarda

El conductor utilizado es de aleación de aluminio de 120 mm²; y la sección del conductor ha sido definida tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Corrientes de cortocircuito
- Esfuerzos mecánicos
- Capacidad de corriente en régimen normal
- Regulación de tensión

Los accesorios de los conductores y cable de guarda que se utilizarán son: grapa de ángulo, grapa de anclaje, grapa de doble vía, varilla de armar, manguito de empalme, alambre de amarre y gancho tipo cuello.

El cable de guarda es de acero galvanizado tipo EHS de 50mm² de sección y soporta las corrientes de cortocircuito y esfuerzos mecánicos a lo que estará sometido. (Ver Anexo 3)

3.1.3 Aisladores

Según el análisis de selección del aislamiento, se utilizarán aisladores de porcelana tipo Pin ANSI 56-4; cadena de aisladores con aislador tipo suspensión ANSI 52-3 de tres unidades. Los aisladores tipo Pin se instalarán en estructuras de alineamiento y ángulos de desvío topográfico moderados (5°-30°), y la cadena de aisladores de porcelana en estructuras terminales, ángulos de desvío importantes (30°-90°) y retención.

3.1.4 Retenidas y anclajes

Las retenidas y anclajes se instalarán en las estructuras de ángulo, terminal y retención con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las estructuras no puedan soportar.

El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no es menor de 45° en estructuras de doble armado y tríos, y en los de monoposte el ángulo no es menor a 37°.

Las retenidas están compuestas por los siguientes elementos:

- Cable de acero galvanizado tipo SIEMENS-MARTIN de 50mm².
- Varillas de anclaje con ojal-guardacabo
- Grapas de vías paralelas con 03 pernos
- Perno angular con ojal-guardacabo para fijación al poste
- Guardacabo de acero.
- Bloques de concreto armado de 0,50mx0,50mx0,20m.
- Aislador de tracción tipo nuez ANSI 54-2
- Aislador de tracción tipo nuez ANSI 54-3

3.1.5 Puesta a tierra

Las puestas a tierra están conformadas por los siguientes elementos:

- Electrodo de acero recubierto de cobre de 2,4 m x 16mm \varnothing .
- Conductor de cobre de 25 mm² de sección.
- Accesorios de conexión.
- Grapas de copperweld en postes de madera.

3.1.6 Material de ferretería

Todos los elementos de hierro y acero, tales como pernos y accesorios de aisladores, son galvanizados en caliente a fin de protegerlos contra la corrosión.

Las características mecánicas de estos elementos han sido definidas sobre la base de las cargas a las que estarán sometidas.

3.2 TRAZO DE LA RUTA LINEA EN 22,9 kV HUAMACHUCO-MINASPAMPA

Los criterios que se han tenido en cuenta para la selección de la ruta han sido las siguientes:

- Escoger una poligonal que tenga el menor número de vértices y longitud
- Evitar zonas de derrumbes por fallas geológicas
- Proximidades a trochas y caminos existentes que faciliten el transporte y el montaje.
- Evitar el recorrido por zonas expuestas a descargas atmosféricas
- Evitar el paralelismo con líneas de comunicaciones y de energía.
- Evitar el paso por zonas protegidas por el Estado Peruano (Decreto Supremo N° 010-90-AG)

3.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL AISLAMIENTO DE LA LÍNEA Y SELECCIÓN DE AISLADORES

Aislamiento a frecuencia industrial (Vfi)

fs	1.5
Vmax	25
H	1
N	3
delta	0.04
altitud	4100 msnm
densidad	0.625
n	1
FII	0.8
Vfi	49 kV

Aislamiento por contaminación (Lfuga)

Lf unitaria	16 mm/kV
Vmax	25
altitud	4100 msnm
Fch	1.388
Lfuga	555 mm

Aislamiento al Impulso (Vi)

NBI	125 kV
N	1.2
delta	2%
altitud	4100 msnm
densidad	0.595
Vi	215 kV

TABLA 3.1 SELECCIÓN DE AISLADOR]

Característica	Unid.	Calculado	Tipo Pin	Tipo Cadena Suspensión
			56-4	3*52-3
Lf	mm	555	686	900
Vfi	kV	49	95	150
Vi	kV	215	225	375

En conclusión de los resultados obtenidos se ha seleccionado los aisladores de porcelana tipo Pin ANSI 56-4 para los armados en alineamiento y con ángulos

pequeños; y del tipo Suspensión ANSI3*52-3 para los armados con ángulos fuertes y de retención. (Ver Anexo 3 y 4)

3.4 CALCULOS DE PUESTA A TIERRA

En el presente documento se selecciona y se describe el sistema de Puesta a Tierra que se implementara en la línea a partir de las mediciones de la resistividad del terreno realizadas en algunos puntos de la ruta de la línea.

3.4.1 Medición de la resistividad eléctrica del terreno

TABLA 3.2 MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO

	Ubicación	Longitud L (m)	RESISTIVIDAD (Ω -m)
1	V-2	2	176
		4	289
		8	392
		16	503
2	V-8	2	136
		4	276
		8	352
		16	503
3	V-12	2	63
		4	101
		8	236
		16	704
4	V-15	2	75
		4	141
		8	367
		16	945
5	V-18	2	188
		4	276
		8	478
		16	875
6	V-23	2	138
		4	201
		8	352
		16	664
7	V-26	2	176
		4	302

		8	553
		16	684
8	V-28	2	151
		4	201
		8	352
		16	633
9	V-29	2	101
		4	151
		8	292
		16	543
10	V-32	2	201
		4	377
		8	653
		16	704
11	V-33	2	111
		4	176
		8	342
		16	965
		2	138
12	V-45	4	216
		8	332
		16	824

Fuente: Cía Minera Minaspampa SAC

3.4.2 Estratificación del suelo

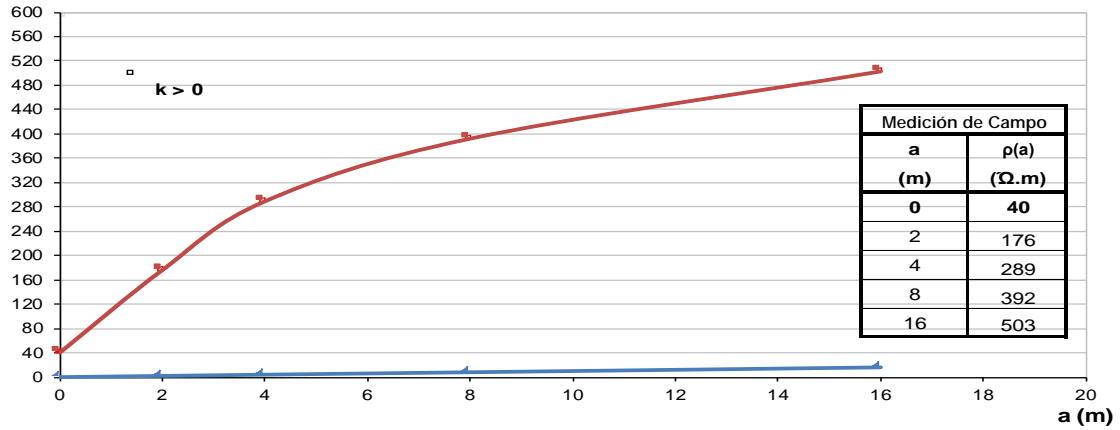


ESTRATIFICACION DEL SUELO

VERTICE V-2

$\Omega.m$

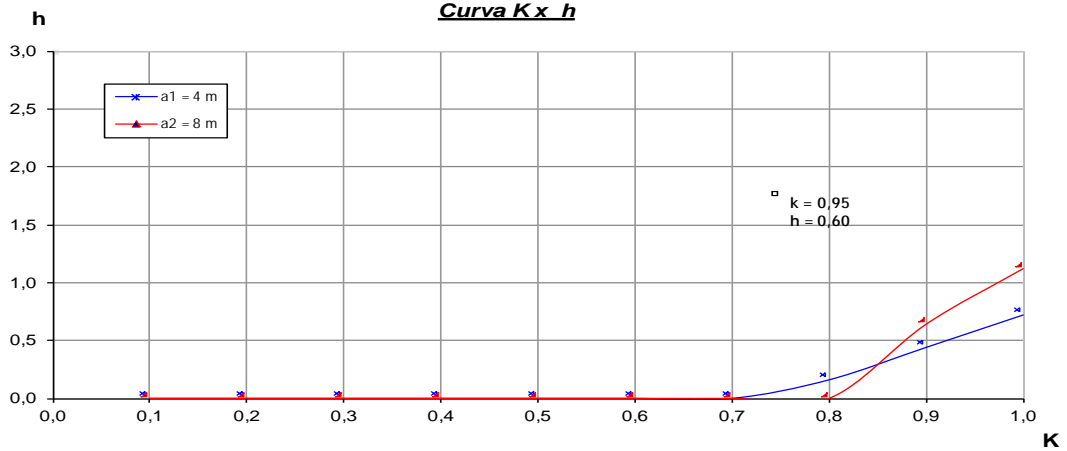
Curva $\rho(a) \times a$



$a_1=4$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,138$	h/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,11	0,18
h (m)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,44	0,72

$a_1=8$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,162$	h/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,14
h (m)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	1,12

Curva $K \times h$



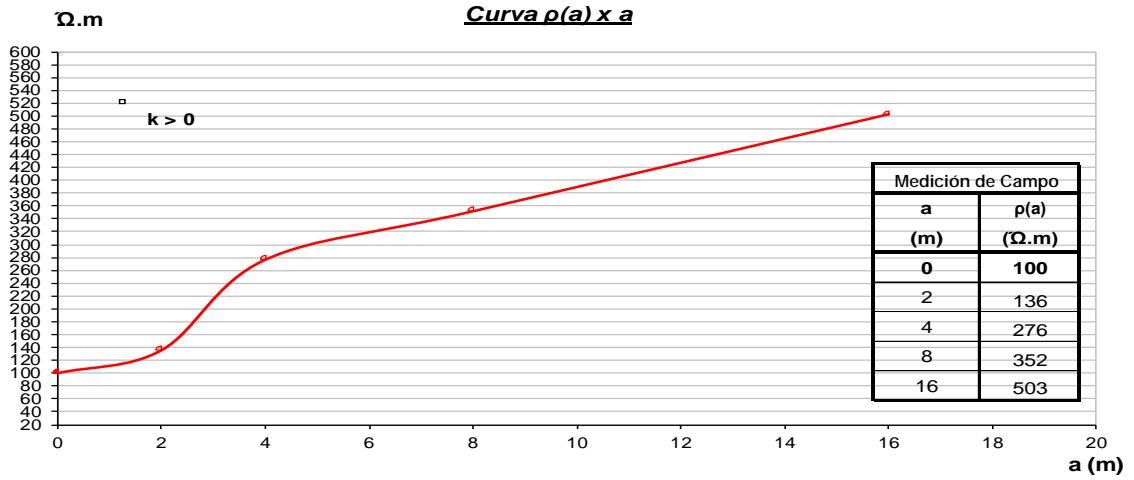
Resultados

$h = 0,60 \text{ m} \quad \rho_1 = 40 \ \Omega.m$

$\rho_2 = 341 \ \Omega.m$

ESTRATIFICACION DEL SUELO

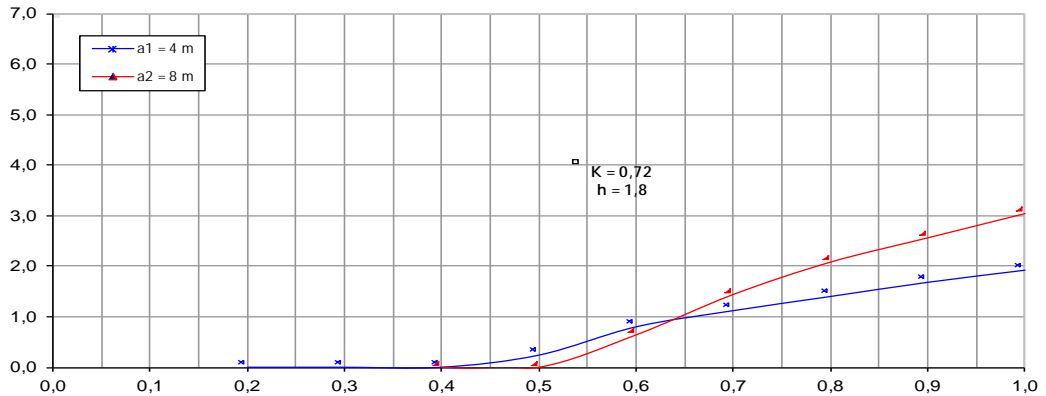
VERTICE V-8



a = 4	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a)/\rho_1 = 0,362$	h/a		0,00	0,00	0,00	0,06	0,20	0,28	0,35	0,42	0,48
h (m)		0,00	0,00	0,00	0,24	0,80	1,12	1,40	1,68	1,92	

a = 8	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a)/\rho_1 = 0,254$	h/a				0,00	0,00	0,08	0,18	0,26	0,32	0,38
h (m)					0,00	0,00	0,64	1,44	2,08	2,56	3,04

Curva $K \times h$



Resultados

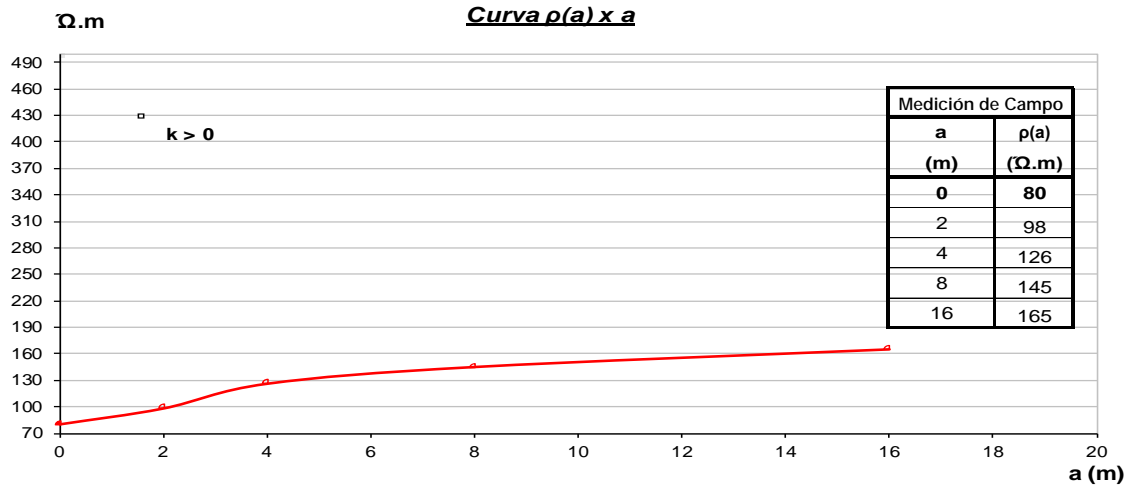
h = 0,90 m $\rho_1 = 100 \ \Omega.m$

$\rho_2 = 455,6 \ \Omega.m$

ESTRATIFICACION DEL SUELO

VERTICE V-12

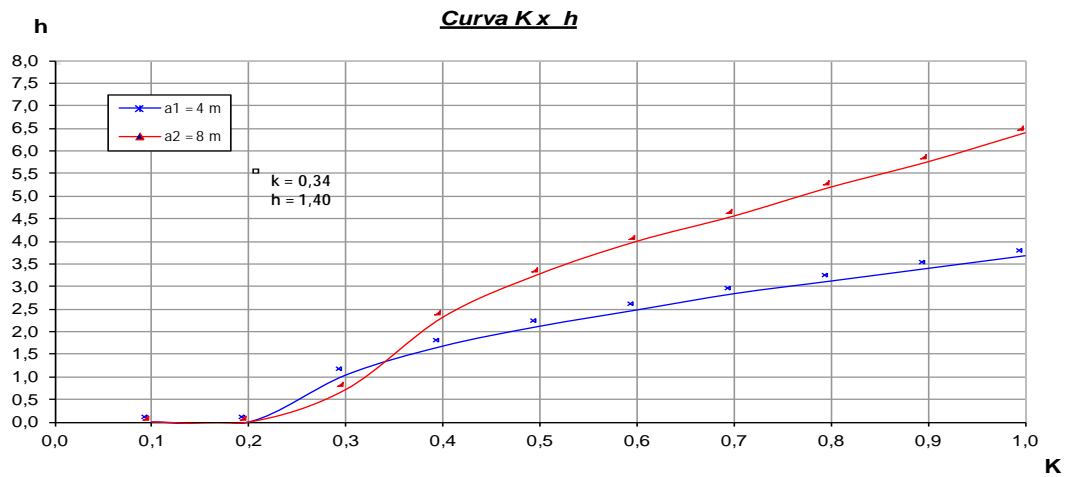
□



a ₁ = 4	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,655$	h/a	0,00	0,00	0,26	0,42	0,53	0,62	0,71	0,78	0,85	0,92
	h (m)	0,00	0,00	1,04	1,68	2,12	2,48	2,84	3,12	3,40	3,68

a ₁ = 8	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,552$	h/a	0,00	0,00	0,09	0,29	0,41	0,50	0,57	0,65	0,72	0,80
	h (m)	0,00	0,00	0,72	2,32	3,28	4,00	4,56	5,20	5,76	6,40

□

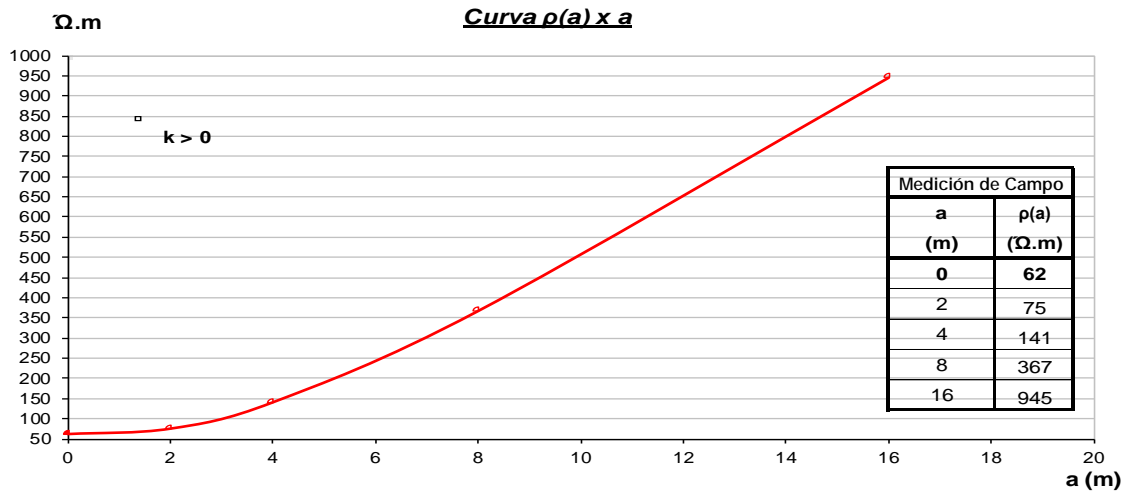


Resultados

$h = 1,40 \text{ m}$ $\rho_1 = 80 \text{ } \Omega.m$
 $\rho_2 = 162 \text{ } \Omega.m$

ESTRATIFICACION DEL SUELO

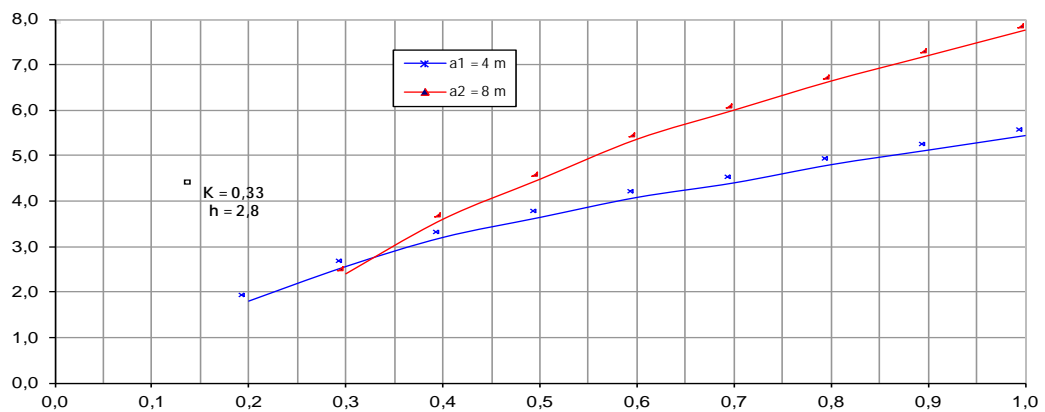
VERTICE V-15



a = 4	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
b(a1)/p1 = 0,820	h/a		0,45	0,64	0,80	0,91	1,02	1,10	1,20	1,28	1,36
	h (m)		1,80	2,56	3,20	3,64	4,08	4,40	4,80	5,12	5,44

a = 8	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
b(a1)/p1 = 0,650	h/a			0,30	0,45	0,56	0,67	0,75	0,83	0,90	0,97
	h (m)			2,40	3,60	4,48	5,36	6,00	6,64	7,20	7,76

Curva K x h



Resultados

h = 2,80 m $\rho_1 = 62 \ \Omega.m$

$\rho_2 = 123 \ \Omega.m$

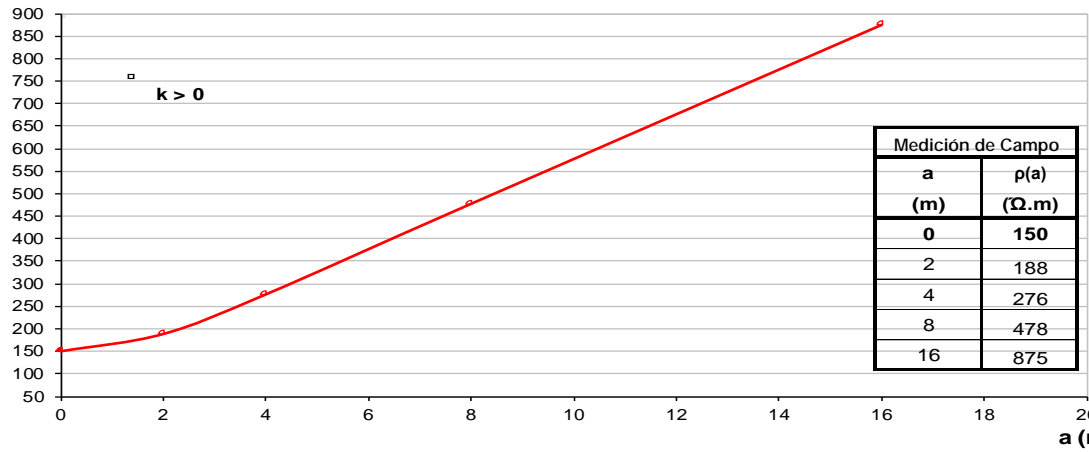
ESTRATIFICACION DEL SUELO

VERTICE V-18

□

Ω .m

Curva $\rho(a) \times a$

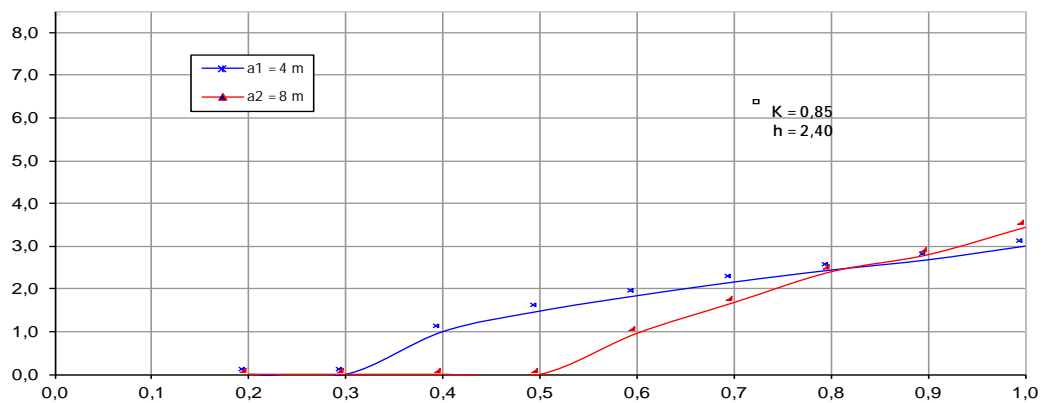


$a_1=4$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1=0,543$	h/a		0,00	0,00	0,25	0,37	0,46	0,54	0,61	0,67	0,75
h (m)			0,00	0,00	1,00	1,48	1,84	2,16	2,44	2,68	3,00

$a_1=8$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1=0,374$	h/a		0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,21	0,30	0,35	0,43
h (m)			0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	1,68	2,40	2,80	3,44

□

Curva $K \times h$



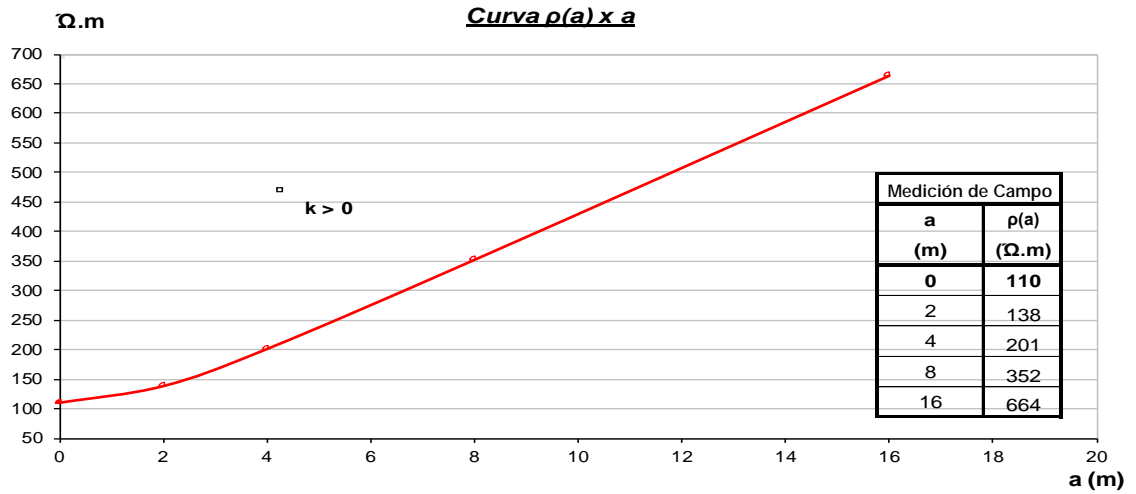
Resultados

$h = 2,40 \text{ m}$ $\rho_1 = 150 \text{ } \Omega$.m
 $\rho_2 = 1850 \text{ } \Omega$.m
 ∞

ESTRATIFICACION DEL SUELO

VERTICE V-23

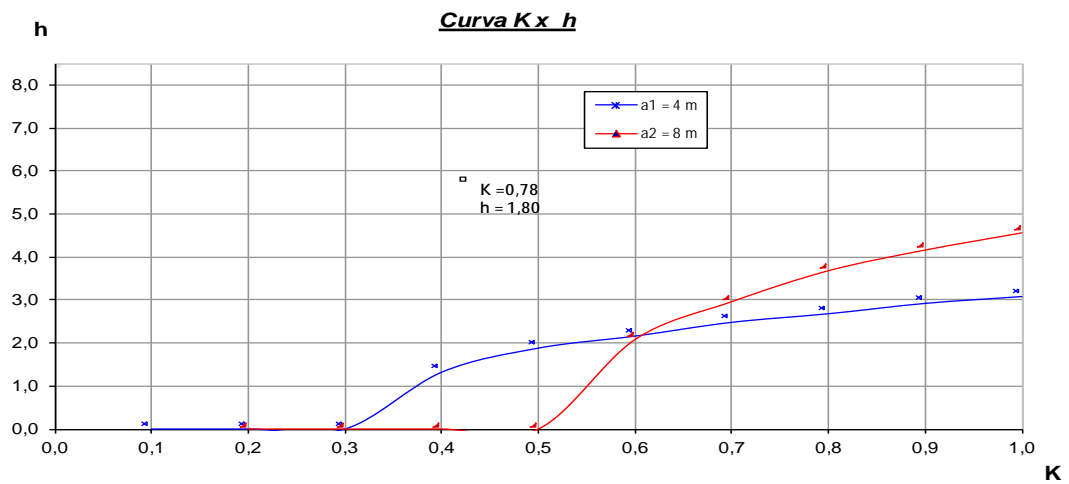
□



$a_1=4$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,547$	h/a	0,00	0,00	0,00	0,33	0,47	0,54	0,62	0,67	0,73	0,77
h (m)		0,00	0,00	0,00	1,32	1,88	2,16	2,48	2,68	2,92	3,08

$a_1=8$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,313$	h/a		0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,37	0,46	0,52	0,57
h (m)			0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	2,96	3,68	4,16	4,56

□



Resultados

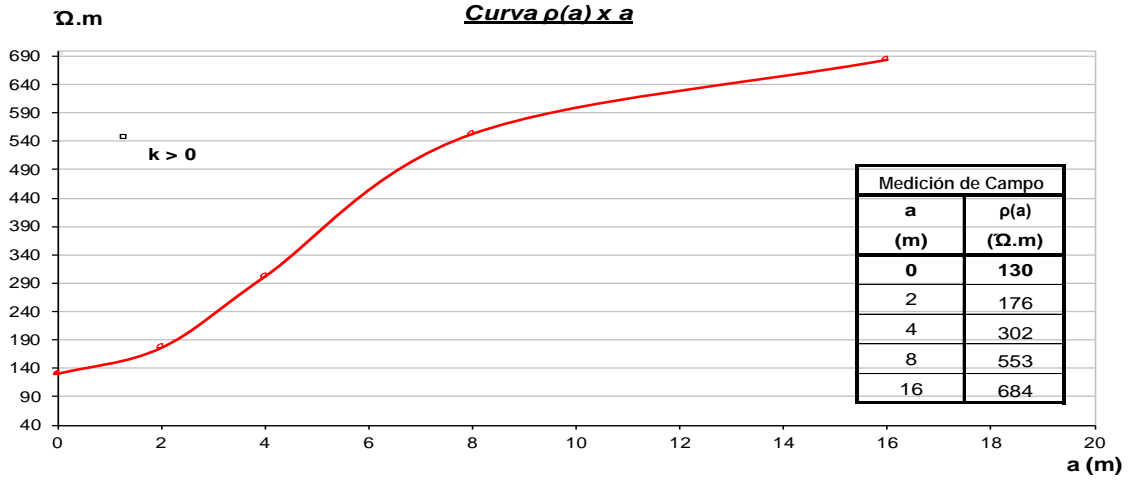
$h = 2,10$ m $\rho_1 = 110$ $\Omega.m$

$\rho_2 = 454,1$ $\Omega.m$

∞

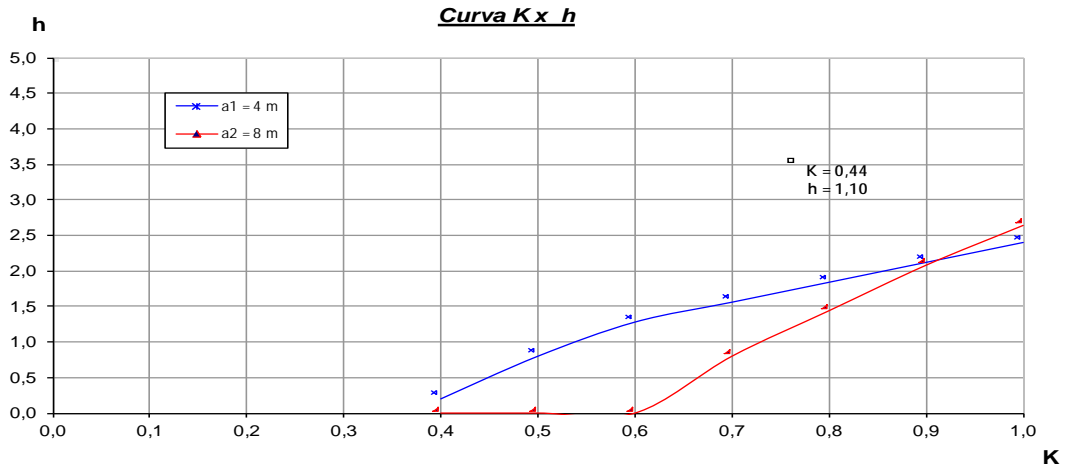
ESTRATIFICACION DEL SUELO

VERTICE V-26



a1=4	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a1)/\rho1 = 0,45$	h/a		0,05	0,05	0,05	0,20	0,32	0,39	0,46	0,53	0,60
	h (m)				0,20	0,80	1,28	1,56	1,84	2,12	2,40

a1=8	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a1)/\rho1 = 0,295$	h/a		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,18	0,26	0,33
	h (m)				0,00	0,00	0,00	0,80	1,44	2,08	2,64



Resultados

h = 2,20 m $\rho1 = 130 \Omega.m$

$\rho2 = 3120 \Omega.m$

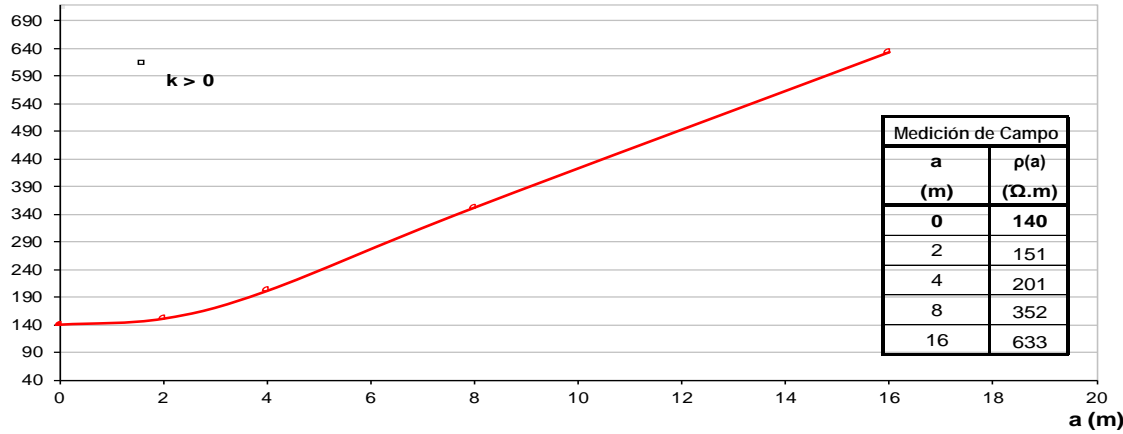
ESTRATIFICACION DEL SUELO

VERTICE V-28

□

$\Omega.m$

Curva $\rho(a) \times a$

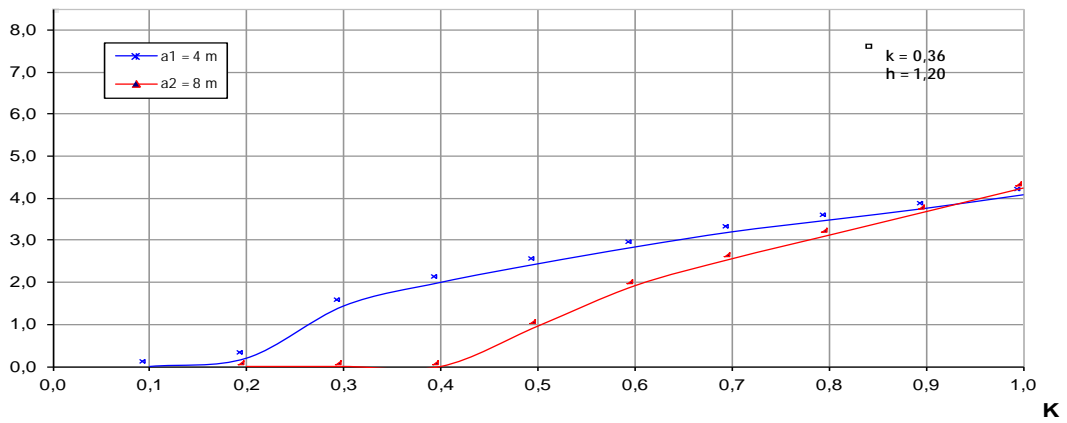


$a_1=4$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1=0,656$	h/a	0,00	0,05	0,36	0,50	0,61	0,71	0,80	0,87	0,94	1,02
	h (m)	0,00	0,20	1,44	2,00	2,44	2,84	3,20	3,48	3,76	4,08
$a_1=8$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1=0,358$	h/a		0,00	0,00	0,00	0,12	0,24	0,32	0,39	0,46	0,53
	h (m)		0,00	0,00	0,00	0,96	1,92	2,56	3,12	3,68	4,24

□

h

Curva $K \times h$



Resultados

$h = 3,80 \text{ m}$ $\rho_1 = 140 \text{ } \Omega.m$

$\rho_2 = 4527 \text{ } \Omega.m$

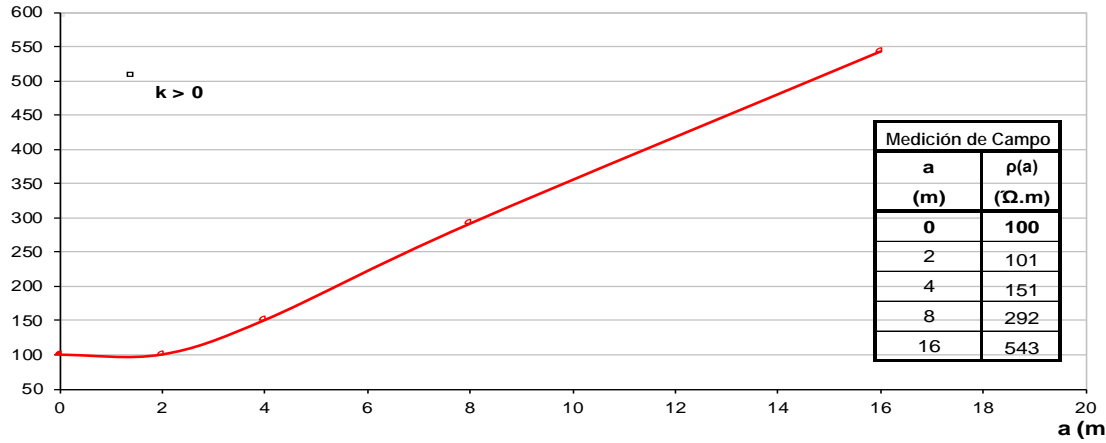
∞

ESTRATIFICACION DEL SUELO

VERTICE V-29

$\Omega.m$

Curva $\rho(a) \times a$

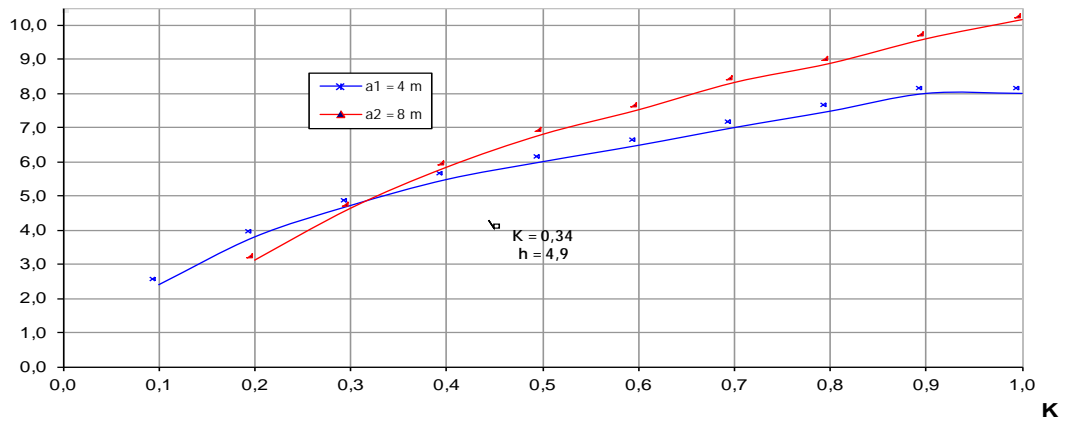


$a_1=4$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,930$	h/a	0,60	0,95	1,18	1,37	1,50	1,62	1,75	1,87	2,00	2,00
	h (m)	2,40	3,80	4,72	5,48	6,00	6,48	7,00	7,48	8,00	8,00

$a_1=8$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,750$	h/a		0,39	0,58	0,73	0,85	0,94	1,04	1,11	1,20	1,27
	h (m)		3,12	4,64	5,84	6,80	7,52	8,32	8,88	9,60	10,16

h

Curva $K \times h$

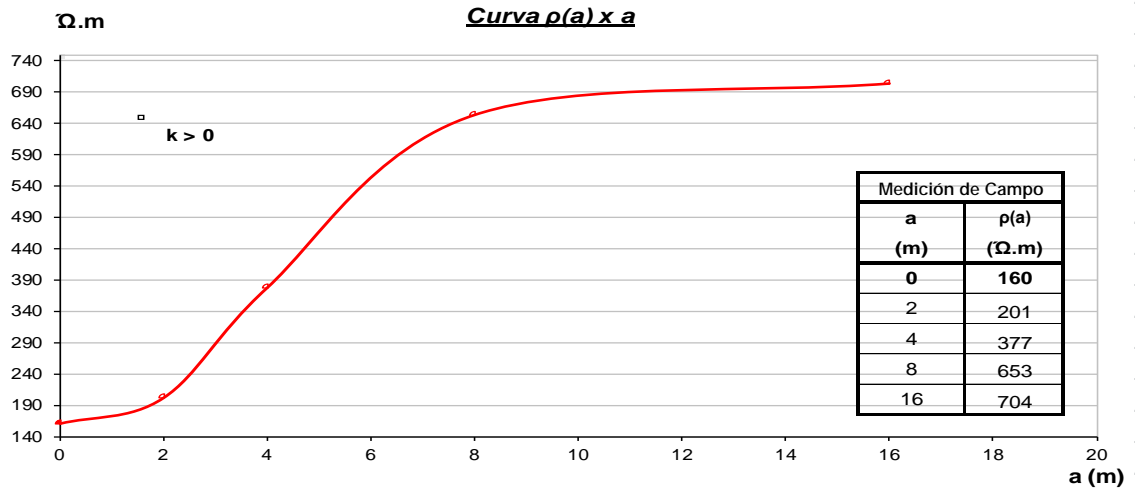


Resultados

$h = 4,90 \text{ m}$ $\rho_1 = 100 \text{ } \Omega.m$
 $\rho_2 = 203 \text{ } \Omega.m$

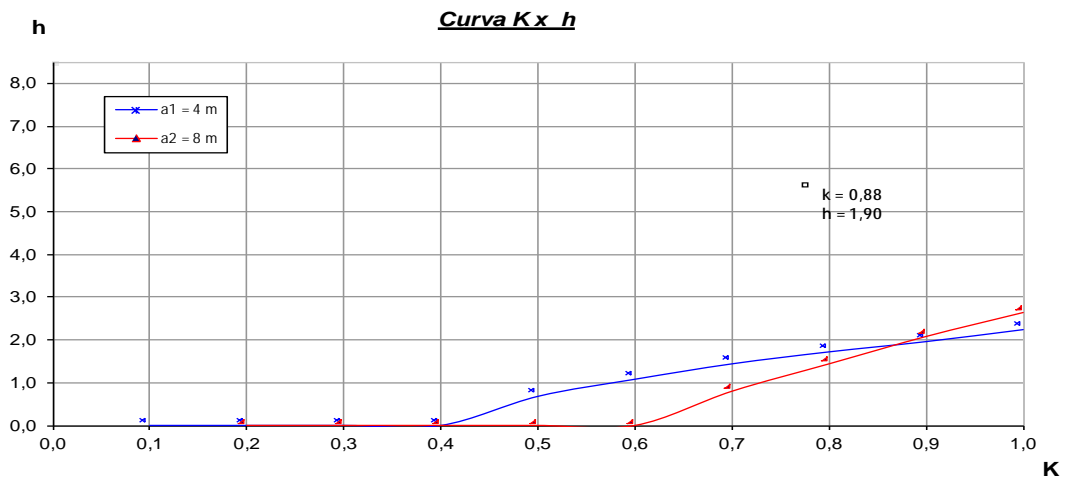
ESTRATIFICACION DEL SUELO

VERTICE V-32



$a_1=4$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$b(a_1)/\rho_1 = 0,424$	h/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,27	0,36	0,43	0,49	0,56
	$h(m)$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	1,08	1,44	1,72	1,96	2,24

$a_1=8$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$b(a_1)/\rho_1 = 0,212$	h/a		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,18	0,26	0,33
	$h(m)$		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	1,44	2,08	2,64

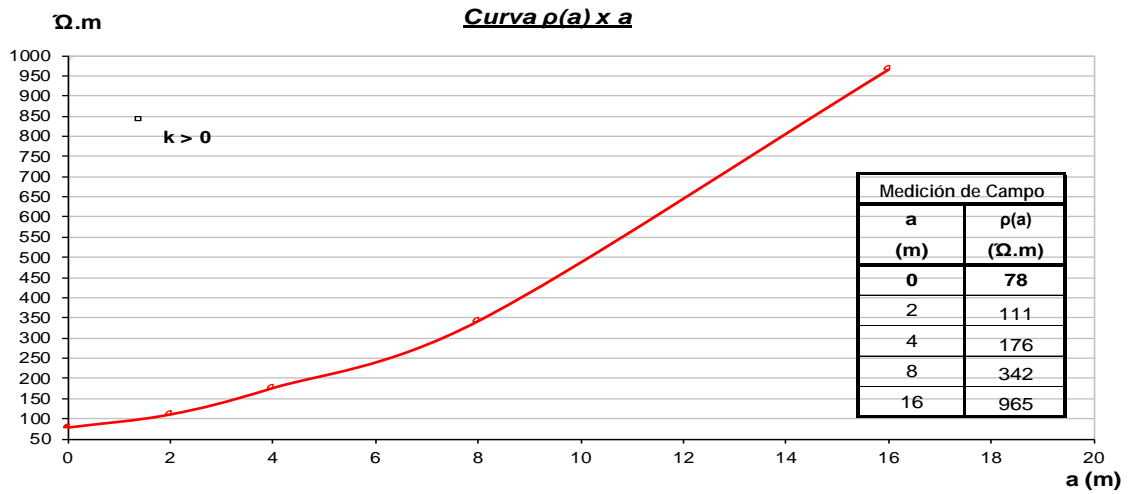


Resultados

$h = 1,90 \text{ m}$ $\rho_1 = 160 \ \Omega.m$
 $\rho_2 = 2507 \ \Omega.m$

ESTRATIFICACION DEL SUELO

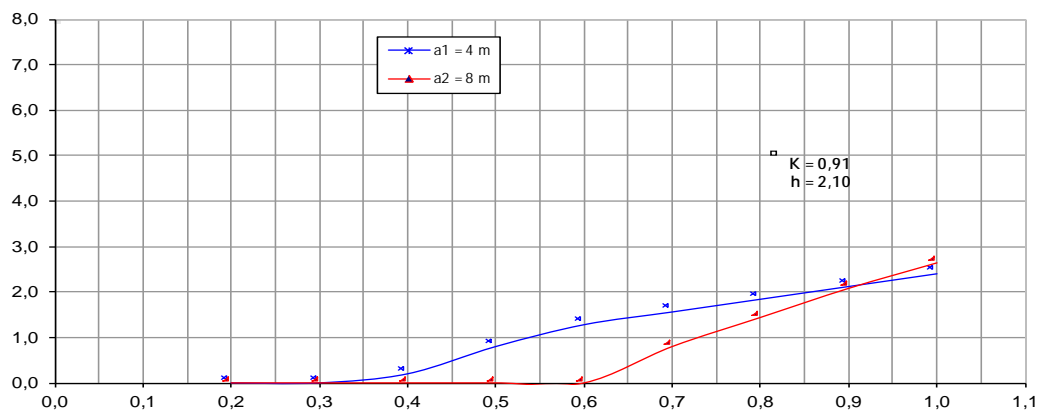
VERTICE V-33



$a_1=4$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$b(a_1)/\rho_1=0,473$	h/a		0,00	0,00	0,05	0,20	0,32	0,39	0,46	0,53	0,60
h (m)			0,00	0,00	0,20	0,80	1,28	1,56	1,84	2,12	2,40

$a_1=8$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$b(a_1)/\rho_1=0,228$	h/a		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,18	0,26	0,33
h (m)			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	1,44	2,08	2,64

Curva $K \times h$



Resultados

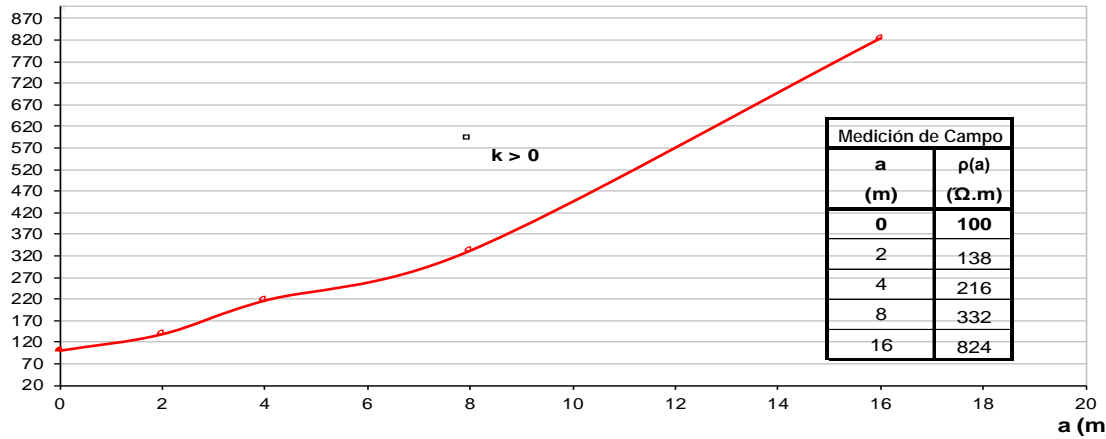
$h = 2,00 \text{ m}$ $\rho_1 = 78 \text{ } \Omega.m$
 $\rho_2 = 1655 \text{ } \Omega.m$

ESTRATIFICACION DEL SUELO

VERTICE V-45

$\Omega.m$

Curva $\rho(a) \times a$

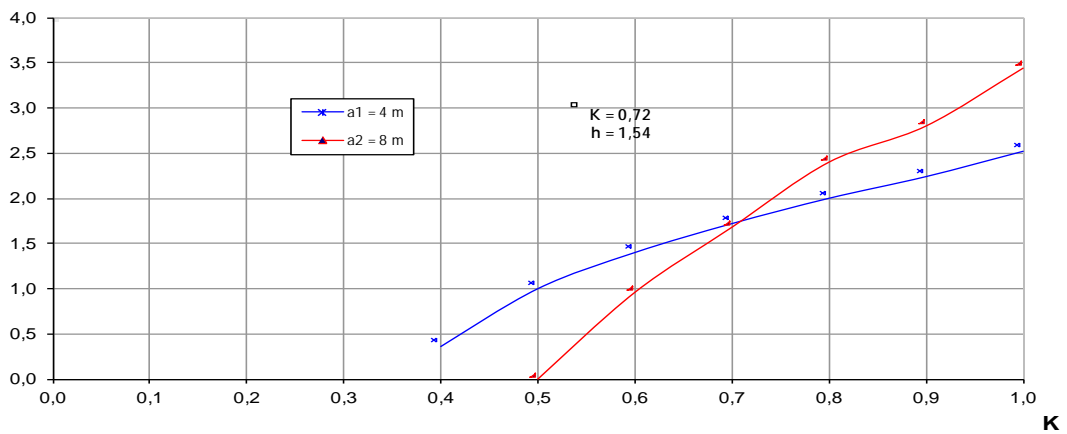


$a_1 = 4$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,469$	h/a		0,00	0,00	0,09	0,25	0,35	0,43	0,50	0,56	0,63
h (m)					0,36	1,00	1,40	1,72	2,00	2,24	2,52

$a_1 = 8$	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho(a_1)/\rho_1 = 0,361$	h/a			0,00	0,00	0,00	0,12	0,21	0,30	0,35	0,43
h (m)						0,00	0,96	1,68	2,40	2,80	3,44

h

Curva $K \times h$



Resultados

$h = 1,54 \text{ m} \quad \rho_1 = 100 \quad \Omega.m$

$\rho_2 = 614,3 \quad \Omega.m$

∞

3.4.3 Cálculo de resistencia de la Puesta a Tierra

TABLA 3.3 RESUMEN DE LAS RESISTENCIAS DE PUESTAS A TIERRA

ESTRUC- TURA	TIPO ARMADO	PROG. (m)	VERTICE	□ (ohm- m)	TIPO SISTEMA DE P.A.T.	TRATAMIENTO		RESISTENCIA OBTENIDA (Ohm)
						TIPO	CANTIDAD	
	PORTICO DE SALIDA							
PT-1	PSH-3G	13,69			PAT-3A			
PT-2	DS-3G	291,88	V-1		PAT-2A			
PT-3	DS-3G	834,44	V-2	127,60	PAT-2A	Sin tratamiento		6,91
PT-4	PA3-3G	873,84	V-3		PAT-3A			
PT-5	PA3-3G	927,2	V-4		PAT-3A			
PT-6	PRH-3G	1068,53	V-5		PAT-1A			
PT-7	P3A2-3G	1182,35			PAT-0A			
PT-8	PA2-3G	1304,46	V-6		PAT-0A			
PT-9	PA2-3G	1464,51	V-7		PAT-0A			
PT-10	PSVE-3G	1537,78	V-8	208,47	PAT-0A	Con tratamiento	120KG + 4m3	10,56
PT-11	PA2-3G	1711,63	V-9		PAT-0A			
PT-12	PSVE-3G	1837,78	V-10		PAT-0A			
PT-13	DS--3G	1969,32	V-11		PAT-0A			
PT-14	PSVE-3G	2050,7	V-12	208,47	PAT-0A	Con tratamiento	120KG + 4m3	10,56
PT-15	PSVE-3G	2153,53	V-13		PAT-0A			
PT-16	PSVE-3G	2199,04	V-14		PAT-0A			
PT-17	PSVE-3G	2267,39	V-15	105,87	PAT-0A	Sin tratamiento		20,00
PT-18	PSVE-3G	2431,29	V-16		PAT-0A			
PT-19	PRH-3G	2522,54	V-17		PAT-0A			
PT-20	PA1H-3G	2705,49	V-18	60,88	PAT-3A	Con tratamiento	120KG + 4m3	16,00
PT-21	PA2H-3G	2890,88	V-19		PAT-3A			
PT-22	PA1H-3G	3019,16	V-20		PAT-3A			
PT-23	PA1H-3G	3171,12	V-21		PAT-3A			
PT-24	PA1H-3G	3303,28	V-22		PAT-3A			
PT-25	PRH-3G	3406,66			PAT-3A			
PT-26	PA1H-3G	3527,47	V-23	167,06	PAT-3A	Sin tratamiento		11,33
PT-27	PSH-3G	3684,26	V-24		PAT-3A			
PT-28	PA1H-3G	3891,95	V-25		PAT-3A			
PT-29	PSH-3G	3969,89			PAT-3A			
PT-30	PA1H-3G	4124,4	V-26	132,27	PAT-3A	Sin tratamiento		2,11
PT-31	PA1H-3G	4242,21	V-27		PAT-3A			
PT-32	PRH-3G	4407,32			PAT-3A			
PT-33	PA1H-3G	4528,77	V-28	158,05	PAT-3A	Sin tratamiento		10,82
PT-34	PSH-3G	4677,37			PAT-3A			
PT-35	PSH-3G	4789,74			PAT-3A			
PT-36	PSH-3G	4875,99			PAT-3A			

PT-37	PSH-3G	5050,11			PAT-3A			
PT-38	PSH-3G	5226,57			PAT-3A			
PT-39	PSH-3G	5372,69			PAT-3A			
PT-40	PSH-3G	5529,54			PAT-3A			
PT-41	PRH-3G	5697,5			PAT-3A			
PT-42	PRH-3G	5868,42			PAT-3A			
PT-43	PRH-3G	6307,77			PAT-3A			
PT-44	PRH-3G	6384,8	V-29	140,00	PAT-3A	Sin tratamiento		13,00
PT-45	PRH-3G	6905,59			PAT-3A			
PT-46	PSH-3G	7117,71			PAT-3A			
PT-47	PRH-3G	7413,81			PAT-3A			
PT-48	PSH-3G	7496,83			PAT-3A			
PT-49	PA1H-3G	7825,32	V-30		PAT-3A			
PT-50	PSH-3G	8037,76			PAT-3A			
PT-51	PRH-3G	8239,95	V-31		PAT-3A			
PT-52	PRH-3G	8543,7			PAT-3A			
PT-53	PSH-3G	8902,19			PAT-3A			
PT-54	PRH-3G	9044,61			PAT-3A			
PT-55	PSH-3G	9265,98			PAT-3A			
PT-56	PRH-3G	9625,02			PAT-3A			
PT-57	PSH-3G	9838,81			PAT-3A			
PT-58	PRH-3G	9934,46	V-32	100,00	PAT-3A	Sin tratamiento		10,00
PT-59	PRH-3G	10288,48			PAT-3A			
PT-60	PRH-3G	10731,89	V-33		PAT-3A			
PT-61	PRH-3G	10856,96			PAT-3A			
PT-62	PSH-3G	11101,02			PAT-3A			
PT-63	PSH-3G	11264,67			PAT-3A			
PT-64	PSH-3G	11385,87			PAT-3A			
PT-65	PSH-3G	11477,66	V-34	221,42	PAT-1A	Con tratamiento	120KG + 4m3	14,00
PT-66	PSH-3G	11650,62			PAT-1A			
PT-67	PSH-3G	11882,06			PAT-1A			
PT-68	PRH-3G	11921,68			PAT-1A			
PT-69	PRH-3G	12210,4			PAT-1A			
PT-70	PRH-3G	12625,28	V-35		PAT-1A			
PT-71	PSH-3G	12868,17			PAT-1A			
PT-72	PSH-3G	13023,22	V-36		PAT-1A			
PT-73	PRH-3G	13308,16			PAT-1A			
PT-74	PRH-3G	13489,18			PAT-1A			
PT-75	PA2H-3G	13679,93	V-37		PAT-3A			
PT-76	PSH-3G	13877,4			PAT-1A			
PT-77	PSH-3G	14019,53			PAT-1A			
PT-78	PA3-3G	14079,04	V-38		PAT-2A			
PT-79	PRH-3G	14595,91			PAT-3A			
PT-80	PRH-3G	14753,5			PAT-3A			
PT-81	PA2H-3G	14846,25			PAT-3A			
PT-82	PRH-3G	15026,25			PAT-1A			
PT-83	PRH-3G	15284,58			PAT-1A			
PT-84	PRH-3G	15491,25			PAT-1A			
PT-85	PRH-3G	16051,25	V-39		PAT-1A			
PT-86	PRH-3G	16097,15			PAT-1A			

PT-87	PSH-3G	16298,69	V-40		PAT-3A			
PT-88	P3A2-3G	16511,27			PAT-3A			
PT-89	P3A2-3G	16587,81	V-41		PAT-3A			
PT-90	PA3-3G	16738,51	V-42		PAT-3A			

Fuente: Cía Minera Minaspampa SAC

Los valores de resistencia de puesta a tierra para los diferentes tipos de PAT se calcularán de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Para Sistema de Puesta A Tierra con varilla tipo PAT-0A

$$R1 = \left(\frac{\rho r}{2\pi L}\right) x \ln\left(\frac{D}{d}\right) + \left(\frac{\rho o}{2\pi L}\right) x \ln\left(\frac{4L}{D}\right)$$

Para Sistema de Puesta A Tierra con dos varillas tipo PAT-1

$$R1 = R2 = \left(\frac{\rho r}{2\pi L}\right) x \ln\left(\frac{D}{d}\right) + \left(\frac{\rho o}{2\pi L}\right) x \ln\left(\frac{4L}{D}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) x \left(\ln\left[\frac{(b+L)^2 - e^2}{(e^2 - (b-L)^2)}\right]\right)$$

Los sistemas de puesta a tierra que se implementarán en la línea Huamachuco - Minaspampa son los siguientes:

- PAT-0A : Sistema de PT con una varilla vertical para estructuras Monoposte
- PAT-1A : Sistema de PT con dos varillas verticales para estructuras biposte
- PAT-2A : Sistema de PT con dos varillas verticales para estructuras triposte
- PAT-3A : Sistema de PT con contrapeso para estructuras biposte.

El plano N-05 indica los detalles de las puestas a tierra.

3.5 SELECCIÓN DE LAS DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA EL PROYECTO

- a) **Distancia de seguridad horizontal entre los conductores en los soportes para el mismo circuito y diferentes circuitos (según CNE Tabla N° 235-1)**

Como se vio en el Capítulo 2 (apéndice 2.6)

Para tensión = 22,9 kV: se tiene 0,52 m

Se considera una separación horizontal mínima de **1,0m**.

- b) **Distancia de seguridad vertical entre conductores en los soportes (según CNE Tabla N° 235-5)**

Para tensión = 22,9 kV: se tiene 1,32 m

Se considera una separación vertical mínima de **1,35m**.

- c) **Distancia de seguridad en cualquier dirección desde los conductores de línea hacia los soportes y hacia los conductores verticales o laterales, alambre de suspensión o retenida unidos al mismo soporte (según CNE Tabla N° 235-6):**

Para tensiones entre 11kV y 50kV (nuestro caso 22,9 kV)

1- A conductores verticales y laterales

- Del mismo circuito = $100\text{mm} + 6,67\text{mm por kV sobre } 11\text{kV} = 179,4 \text{ mm}$
- De otros circuitos = $150\text{mm} + 10 \text{ mm por kV sobre } 11\text{kV} = 269 \text{ mm}$

2- A los alambres de suspensión o retenidas:

- Cuando estén paralelos a la línea = $150\text{mm} + 10\text{mm por kV sobre } 11\text{kV} = 269 \text{ mm}$
- Retenidas de anclaje = $150\text{mm} + 6,5\text{mm por kV sobre } 11\text{kV} = 227,4 \text{ mm}$

- Todos los demás = $150\text{mm} + 6,67\text{mm por kV sobre } 11\text{kV} = 229,4 \text{ mm}$

3- A la superficie de los brazos de soporte:

- $100\text{mm} + 5\text{mm por sobre } 11\text{kV} = 159,5 \text{ mm}$

4- A la superficie en estructuras:

- En estructuras utilizadas de manera conjunta = $125\text{mm} + 5\text{mm/kV sobre } 11\text{kV} = 184,5\text{mm}$
- Todos los demás = $75\text{mm} + 5\text{mm por kV sobre } 11\text{kV} = 134,5 \text{ mm}$

d) Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes <750V-23kV>(Según CNE Tabla N°234-1)

- Distancia horizontal a paredes, proyecciones, balcones, ventanas y áreas fácilmente accesibles. 2,5 m
- Distancia vertical sobre techos o proyecciones no fácilmente accesibles a peatones 4,0 m
- Distancia vertical sobre balcones, techos fácilmente accesibles a peatones 4,0 m
- Distancia vertical sobre letreros, carteles, antenas de radio y televisión, sobre pasillos por donde transita el personal. 4,0 m
- Distancia horizontal a letreros, carteles, antenas de radio y televisión,

Tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios 2,5 m

- Sobre otras partes de dichas instalaciones no accesible a peatones
3,5 m

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

Cuando los conductores recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino:

Carreteras y avenidas	6,5 m
Caminos, calles o callejones	6,0 m
Espacios y guías peatonales o áreas no transitables por vehículos	5,0 m
Calles y caminos en zonas rurales	6,0 m

Cuando los conductores cruzan o sobresalen:

- Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones	7,0 m
- Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	6,5 m
- Calzadas, zonas de parqueo y callejones	6,5 m
- Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	6,5 m
- Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos	5,0 m
- Calle y caminos en zonas rurales	6,5 m

f) Distancias Mínimas a Terrenos Boscosos o Árboles Aislados (DGE)(Pg07-RD-018)

Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles 2,5 m

Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales 0,5 m

3.6 ANCHO DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE:

Se debe tener presente la Norma DGE 025-P-1/1988 aprobada con R.D. 111-88-DGE/ONT que aún está vigente y que es refrendada por la regla 219.B.4 (Tabla 219) “Anchos mínimos de la faja de servidumbre” del CNE Suministro 2001, el mismo que considera para líneas de 20 a 36kV un ancho de 11 m (5,5 m a ambos lados del eje de la línea).

3.7 RESULTADOS DEL CALCULO ELECTRICO DE LA LINEA.

3.7.1 Selección del conductor y cable de guarda

Los criterios tomados en cuenta para la selección del conductor de Aleación de Aluminio de 120mm² fueron los siguientes:

- Como material, es más económico que el cobre. Además este último no es recomendable para líneas de transmisión debido al requerimiento de mayor cantidad de estructuras por las características de su catenaria
- De los resultados del análisis de flujo de potencia se obtuvo que la sección de 120 mm² es el óptimo para la potencia requerida por la Mina, obteniendo una buena regulación de tensión.

Por lo mencionado anteriormente se definió el conductor de 120 mm² de Aleación de Aluminio de las siguientes características:

- | | |
|---|-----------------------|
| • Sección Nominal (mm ²) | 120 |
| • N° de alambres | 19 |
| • Diámetro exterior (mm) | 14,3 |
| • Masa total (kg/km) | 335 |
| • Coeficiente de expansión térmica (1/°C) | 23 x 10 ⁻⁶ |

- Módulo Elasticidad Final (N/mm²) 56000
- Tiro de Rotura (kg) 3453kg

Selección del Cable de Guarda

En condiciones ideales, el aislamiento de las líneas de transmisión debería tolerar cualquier sobretensión que se presente en ellas, pero el costo del aislamiento resultaría exageradamente alto, por consiguiente se diseña el aislamiento de las líneas de tal manera que soporte toda sobretensión interna (sobretensión por maniobra), pero no todo impulso de tensión ocasionado por descargas atmosféricas (sobretensión externa).

La idea de proteger una línea de transmisión es crear una pantalla protectora para los conductores, de tal manera que las descargas se desvíen a tierra por medio de ella.

Se ha seleccionado como material, el cable de acero galvanizado grado EHS de 50 mm² sección. (Ver Anexo 5)

Esta sección permite coordinar las relaciones de flechas con el conductor de 120 mm² de aleación de aluminio.

El cable de guarda presenta las siguientes características:

- Sección Nominal (mm²) : 50
- Diámetro exterior (mm) : 9,52
- Masa total (kg/km) : 406.82
- Coeficiente de expansión térmica : 11,5 x 10⁻⁶
- Tiro de Rotura (kN) : 18,905

3.7.2 Determinación de las constantes eléctricas de la Línea

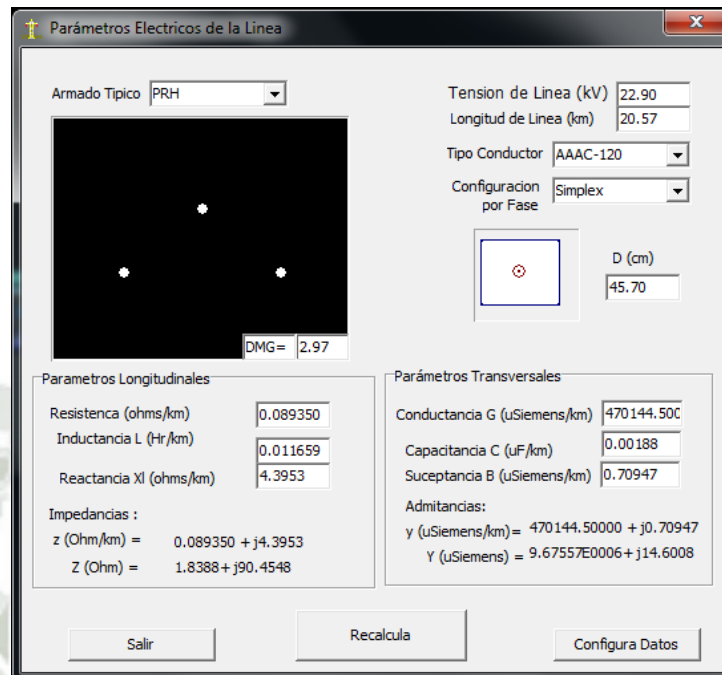


Fig. 3.1 Parámetros eléctricos de la Línea
Fuente: Programa DltCad 2010

3.8 CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

3.8.1 Empleo del software Dltcad-2010 para el cálculo mecánico de conductores

3.8.1.1 Ingreso y configuración de datos

a) Ingreso de datos topográficos

Los datos mínimos necesarios son las cotas y progresivas, donde las progresivas (distancias acumuladas) deben estar en forma ascendente. El cálculo de cotas y acumuladas se puede realizar alternativamente en alguna hoja de cálculo, luego los resultados se grabaran en un archivo texto con extensión “tpg”

1 Abrir el archivo TPG mediante la opción Abrir.

2 Una vez cargado el archivo se muestra una ventana como la siguiente

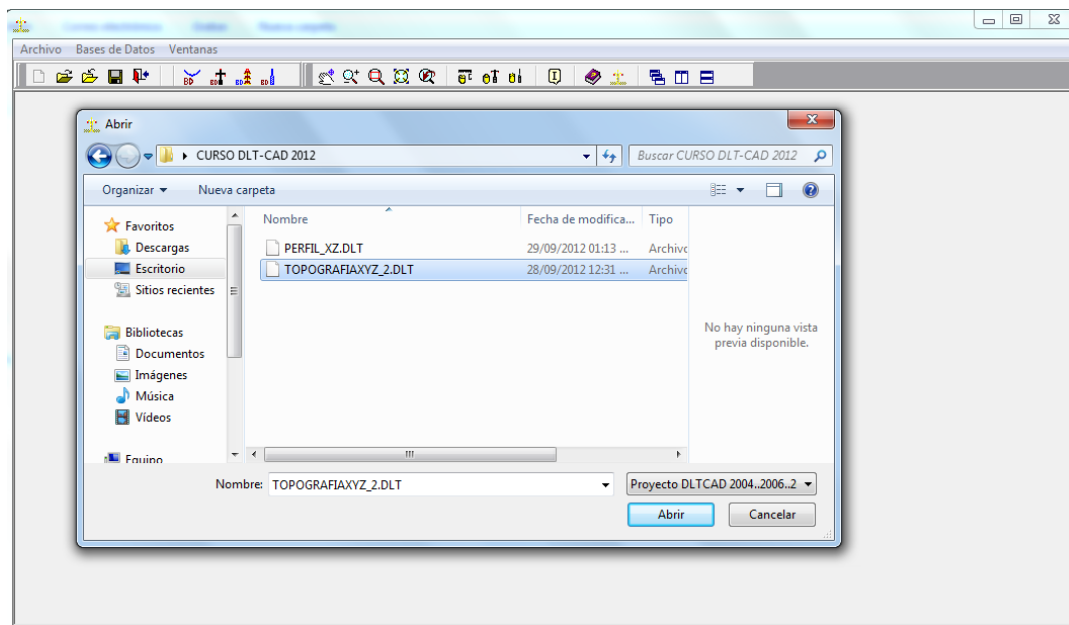


Fig. 3.2 Pantalla de ingreso de datos

Fuente: Programa DltCad 2010

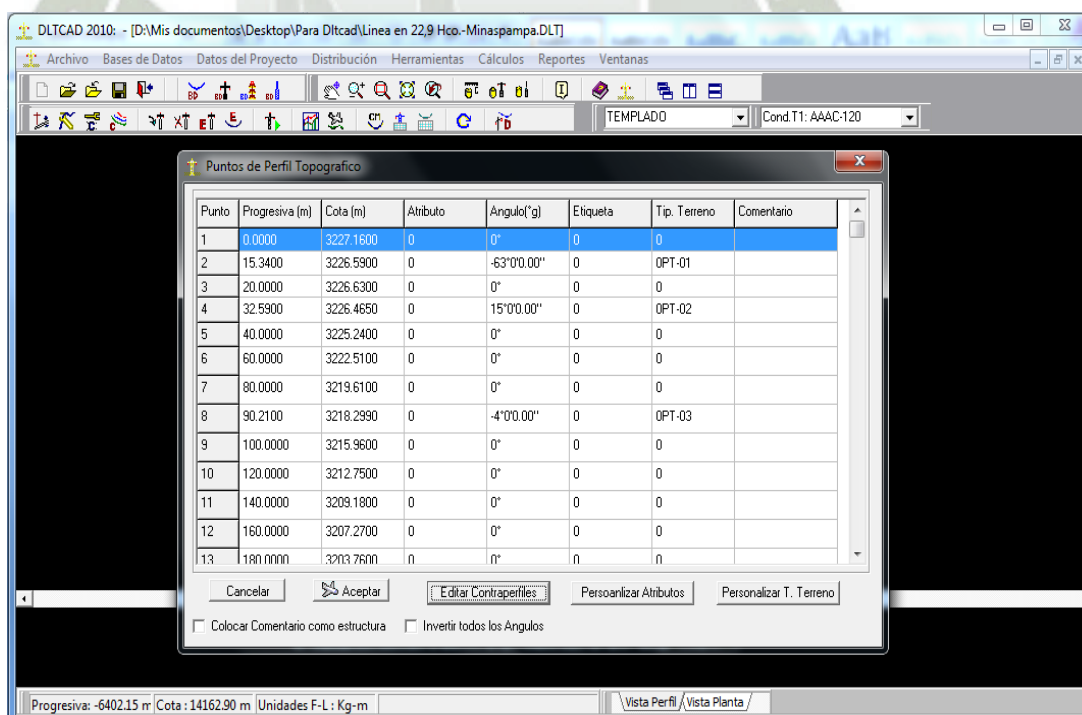


Fig. 3.3 Pantalla de ingreso de puntos topográficos

Fuente: Programa DltCad 2010

b) Configuración general

Menú: Datos del proyecto

Opción: Configuración general

La configuración general incluye los datos generales del proyecto, condiciones generales de diseño, opciones de salida de resultados, opciones de escala, límites de los planos y opciones de presentación gráfica de la pantalla de diseño.

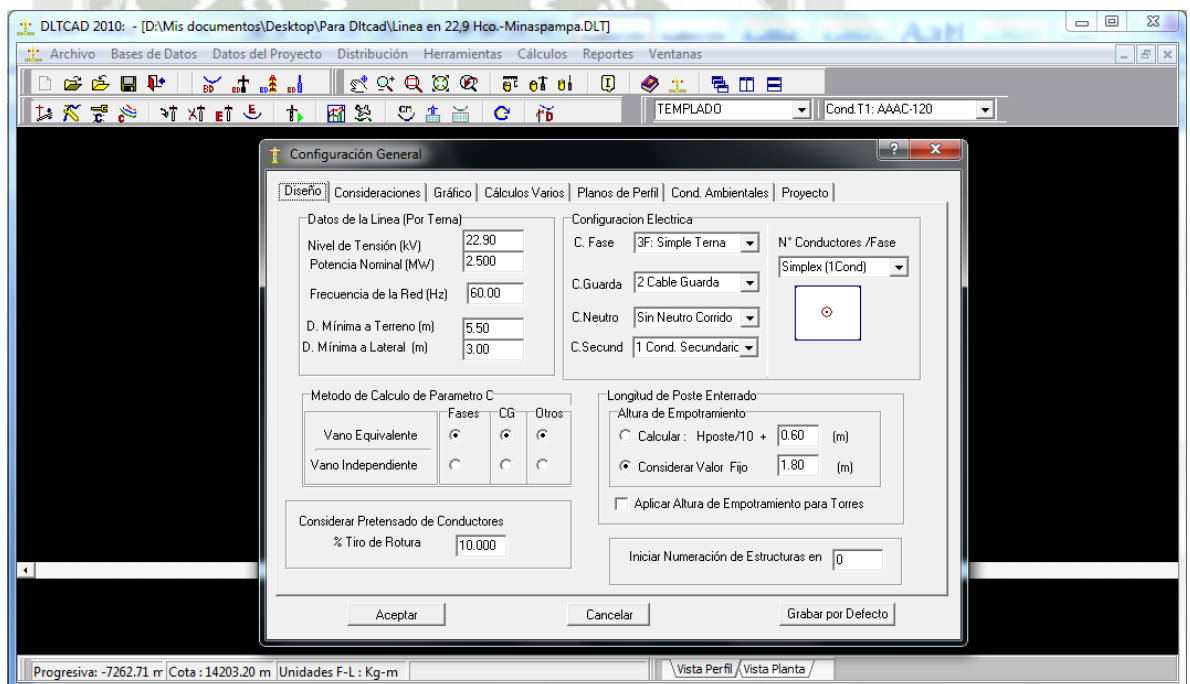


Fig. 3.4 Pantalla de ingreso de datos de configuración general

Fuente: Programa DltCad 2010

c) Manejo de base de datos de configuración general

Menú: Base de datos

Para facilitar el manejo de datos de los elementos empleados en el diseño, el programa cuenta con bases de datos de los principales elementos requeridos en el diseño.

Está compuesto por tablas para cada tipo de componente (estructuras, soportes, conductores) y cada uno de ellos es editable, de modo que el usuario tiene la libertad de agregar nuevos elementos o modificar los existentes.

Estas bases de datos se graban en forma permanente para el programa y pueden ser utilizados por cualquier proyecto.

Adicionalmente cada proyecto cuenta con una base de datos particular que se graba en el archivo del proyecto. Al cargar un nuevo perfil topográfico, las bases de datos del programa se copian automáticamente al nuevo proyecto. El usuario tiene la opción de eliminar automáticamente del proyecto los datos que no requiere y copiar solo los necesarios.

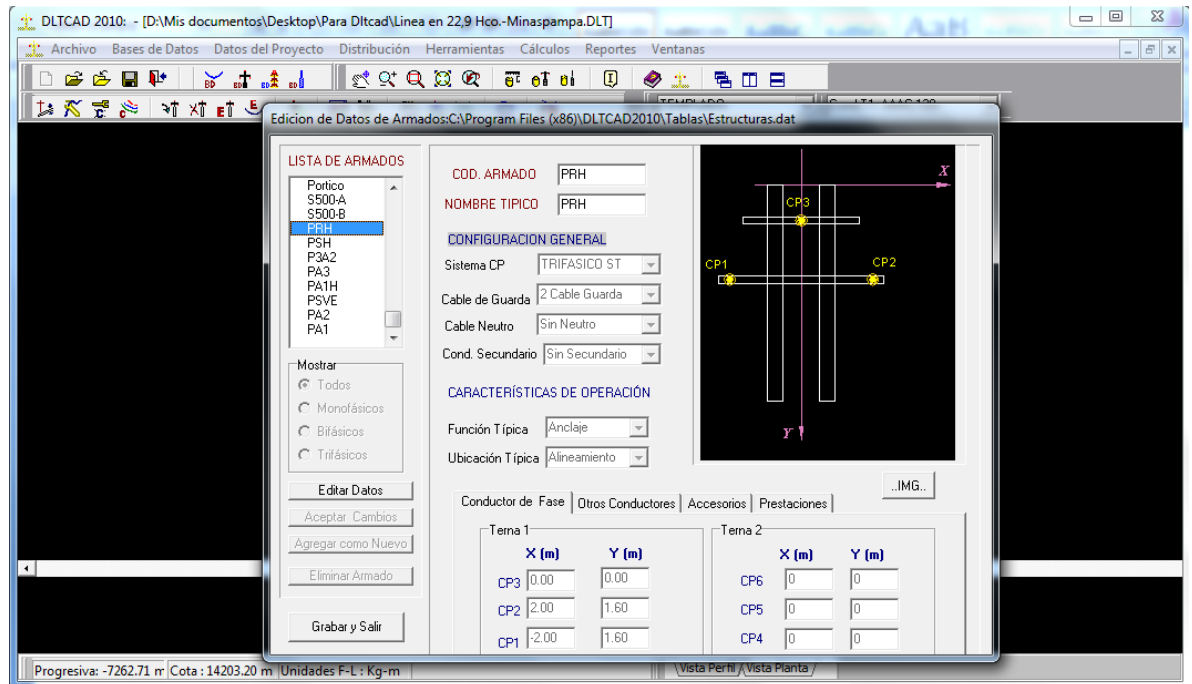


Fig. 3.5 Pantalla de ingreso y configuración de datos de armados

Fuente: Programa DltCad 2010

d) Base de datos de soportes

Menú: Bases de datos

Opción: BD postes

Al acceder se muestra la ventana “tabla de datos de postes”

En esta ventana se muestran las características para los diferentes tipos de soportes. Los soportes están agrupados en: “postes de madera”, “postes de concreto”, “torres de celosía”, y “postes de metal”. A través de esta ventana se puede realizar las tareas siguientes:

1. Ver las características de los soportes disponibles. Para lo cual se seleccionó el tipo de soporte en la pestaña correspondiente y luego se seleccionó el poste en la lista que se muestra en la parte izquierda de la ventana.

2. Se editó las características de cada poste mediante la opción “editar datos”. Luego de realizar los cambios se escogió la opción “Aceptar cambios” y al cerrar la ventana se escogió “Aceptar” para guardar los cambios.
3. Se agregó un soporte nuevo mediante la opción “editar datos”. Luego de realizar los cambios se presionó “agregar como nuevo”. Los cambios se guardaron bajo el nombre especificado en el campo “poste” (para poste de madera, concreto o metal) o “torre” (para torre de celosía)

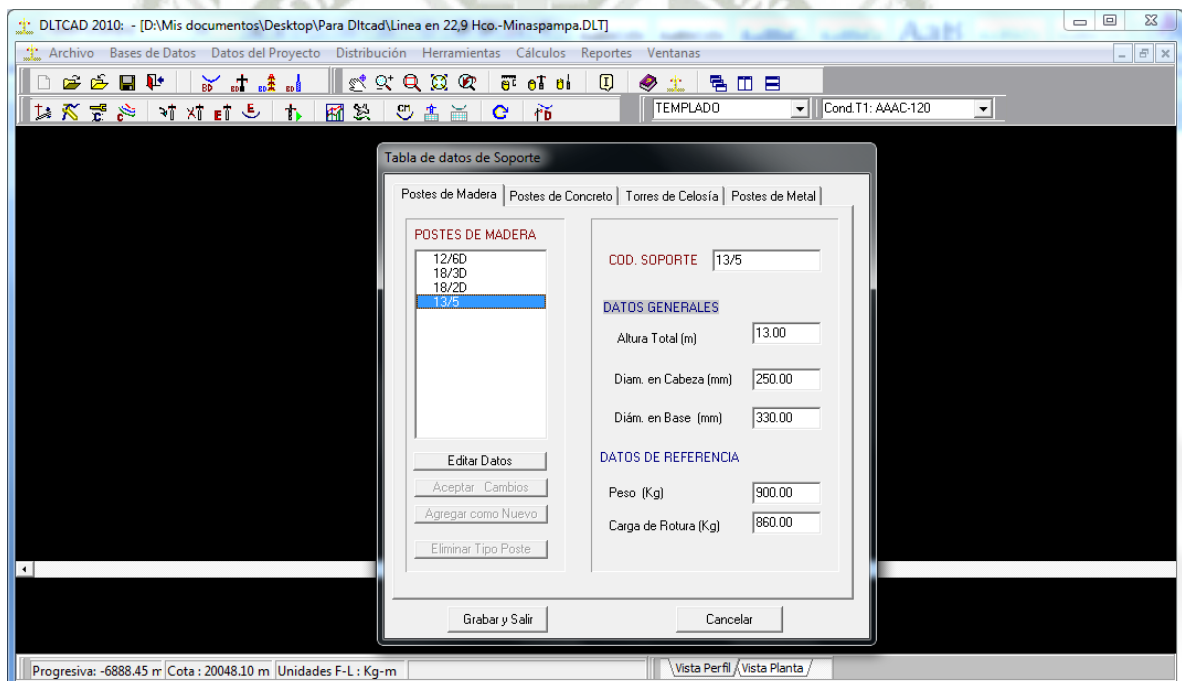


Fig. 3.6 Pantalla de ingreso y configuración de soportes

Fuente: Programa DltCad 2010

e) Bases de datos de conductores

Menú: base de datos

Opción: BD conductores

Al acceder a esta opción se muestra la ventana “tabla de datos de conductores”. En esta ventana se muestran las características para los diferentes tipos de conductores. A través de esta ventana se puede realizar las tareas siguientes:

1. Se vio las principales características de los conductores disponibles. Para esto se seleccionó el tipo de conductor en la ventana “conductores”.
2. Se editó los datos de cada conductor mediante la opción “editar datos”. Luego de realizar los cambios se escogió la opción “aceptar cambios” al cerrar la ventana se escogió “aceptar” para guardar los cambios.
3. Se agregó un nuevo tipo de conductor mediante la opción “editar datos” Los cambios se guardarán bajo el nombre especificado en el campo “conductor”.

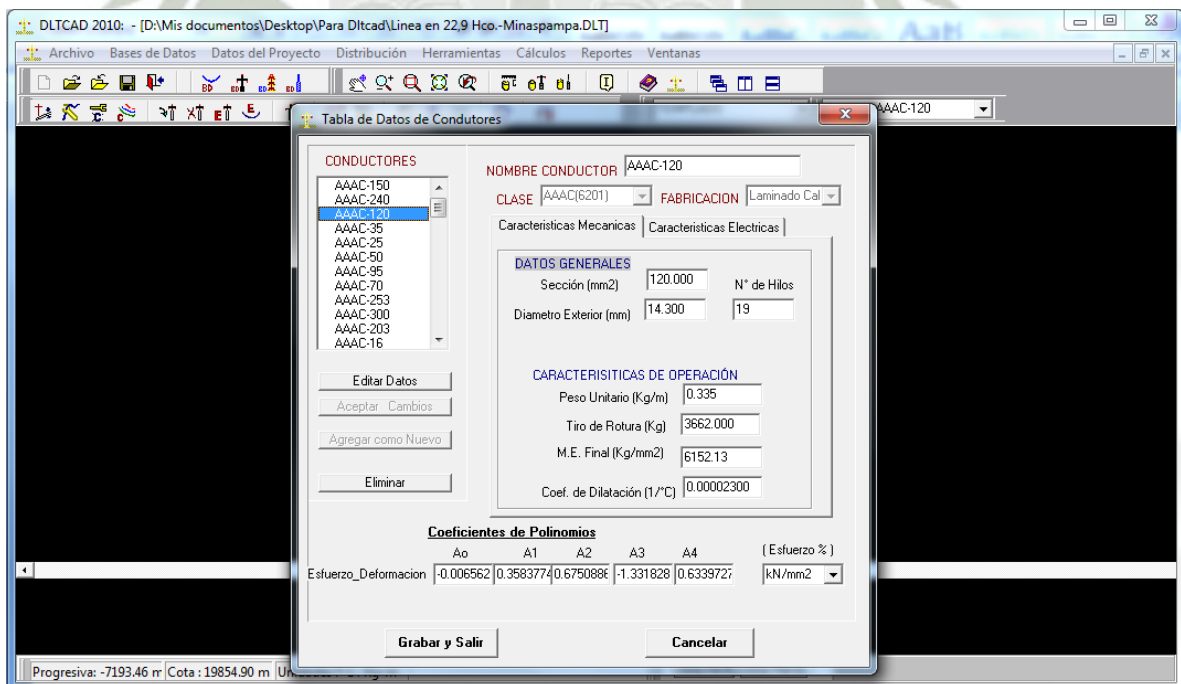


Fig. 3.7 Pantalla de ingreso y configuración de datos de conductores

Fuente: Programa DltCad 2010

3.8.1.2 Distribución de estructuras y diseño de una línea

El programa cuenta con dos métodos generales para la distribución de estructuras. Pudiendo el usuario emplear una combinación de acuerdo al criterio que más considere conveniente. En cualquiera de los casos el programa cuenta con numerosas herramientas adicionales que permiten desarrollar todas las modificaciones necesarias. Para dar inicio a una distribución de estructuras es necesario tener definidos los tipos de estructuras, soportes y conductores que se utilizarán en el proyecto.

3.8.1.3 Cargar datos desde la base de datos de un proyecto

Menú: Datos del proyecto

Como se vio en la sección anterior el DLTCAD cuenta con una base de datos general, pero cada proyecto tiene una tabla de datos particular donde se pueden cargar la cantidad de elementos necesarios desde la base de datos general, según el requerimiento del usuario. Esto se realiza en el menú “datos del proyecto”, según las opciones que se elija.

a) Tabla de estructuras, conductores, soportes y aisladores del proyecto

Menú: Datos del proyecto

Opción: Tabla de armados

Al acceder a esta opción se muestra la ventana. Cuando se crea un proyecto nuevo, por defecto se cargan todas las estructuras de la “base de datos general”. Sin embargo el usuario cuenta con opciones

que le permiten eliminar y cargar solo los elementos necesarios. Para acceder a las opciones de esta ventana presionar el botón derecho del ratón sobre esta ventana y aparece un menú con las opciones necesarias.

Igualmente se realiza esto para cargar los datos de conductores, soportes y aisladores.

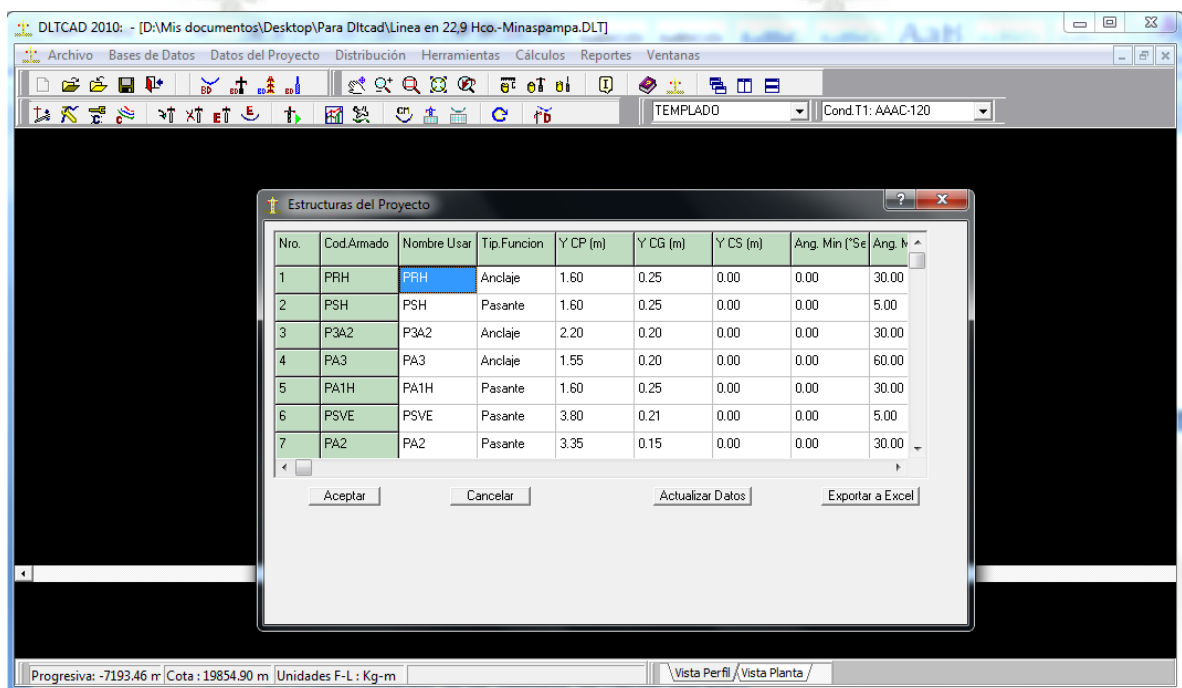


Fig. 3.8 Pantalla de base general de armados, estructuras, conductores.

Fuente: Programa DltCad 2010

3.8.1.4 Distribución asistida

La distribución manual se realizó insertando estructuras uno por uno, para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

- a) Se definió las estructuras, soportes y conductor a ser aplicados, utilizando el icono “datos por omisión”. En esta ventana se definió el tipo de soporte, tipo de estructura y el tipo de conductor.
- b) Se activó la opción de insertar estructura, mediante el icono, en el menú.
- c) El puntero del mouse cambio, lo cual indica que está activado el modo insertar estructuras.

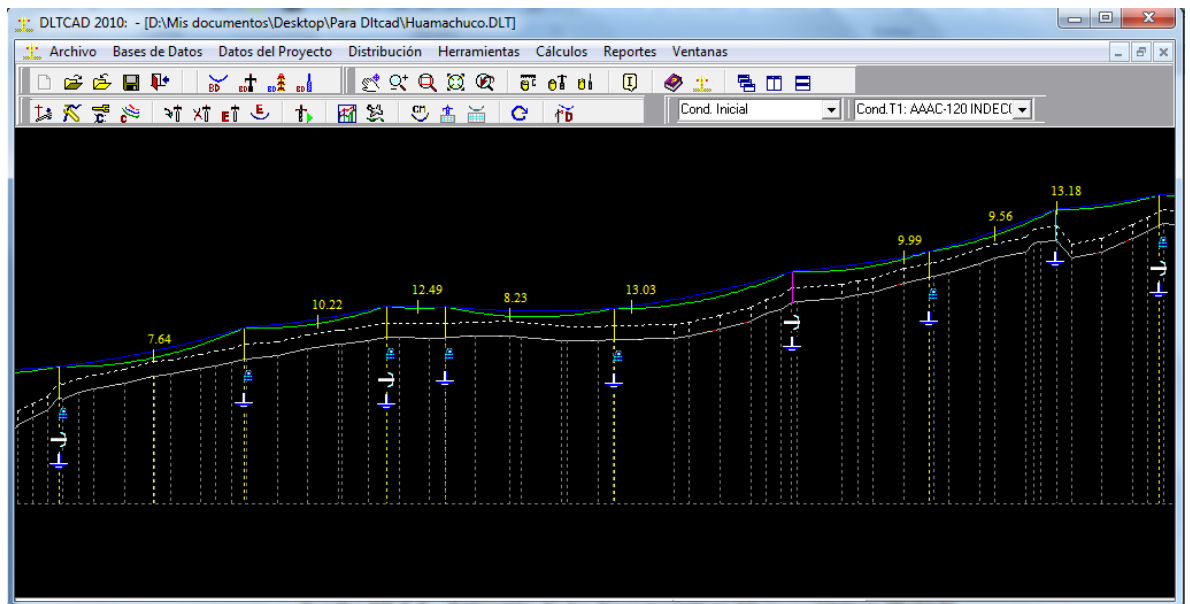


Fig. 3.9 Pantalla de distribución asistida

Fuente: Programa DltCad 2010

- d) Hizo clic con el mouse en los puntos donde deseo insertar las estructuras y automáticamente se generarán las catenarias.
- e) Para salir del modo insertar estructuras, seleccionar la opción “salir”.
- f) Si desea insertar otro tipo de estructuras repetir desde el paso (a).

3.8.1.5. Editar estructura

Esta opción permite definir o cambiar los elementos de una estructura existente en la distribución. Tal como se muestra en la Fig. 3.9

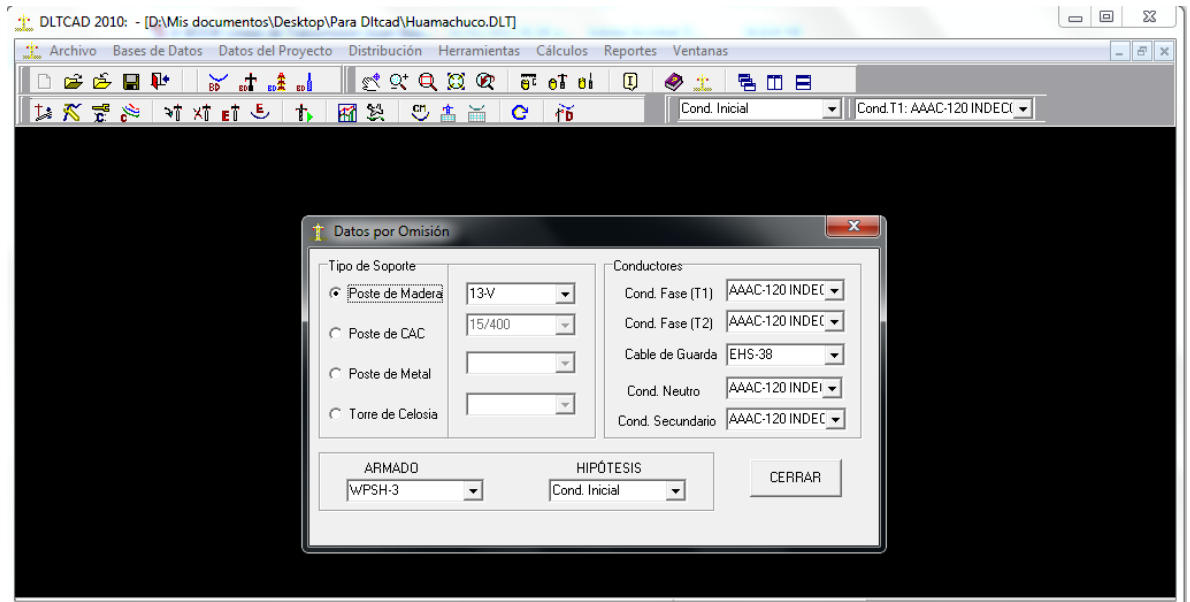


Fig. 3.10 Pantalla de edición de soportes

Fuente: Programa DltCad 2010

3.8.1.6 Opciones de cálculo y simulaciones

a) Cálculo mecánico de conductores

Menú: Cálculos

Opción: Cálculo mecánico del conductor

Mediante esta opción se simuló un cálculo mecánico de conductores para un rango de vanos y un desnivel preestablecido. Cabe indicar que este cálculo es una simulación que sirve como información referencial al usuario. En la distribución de estructuras se calculan todas las catenarias de acuerdo a sus condiciones reales de diseño.

Es necesario configurar los siguientes datos:

Vano Inicial: valor inicial del rango de vanos para los cuales se realizó el cálculo

Vano Final: valor final del rango de vanos.

%Desnivel/Vano: Inclinación promedio del terreno que se consideró para el cálculo.

Conductor: conductor para el cual se realizó el cálculo.

Hipótesis: se definió la hipótesis a ser aplicado para el cálculo mecánico de conductores (CP: Hipótesis del conductor principal, CG: Hipótesis del cable de guarda, CS: Hipótesis del conductor secundario) El cálculo se ejecuta haciendo clic en el botón <Recalcular>

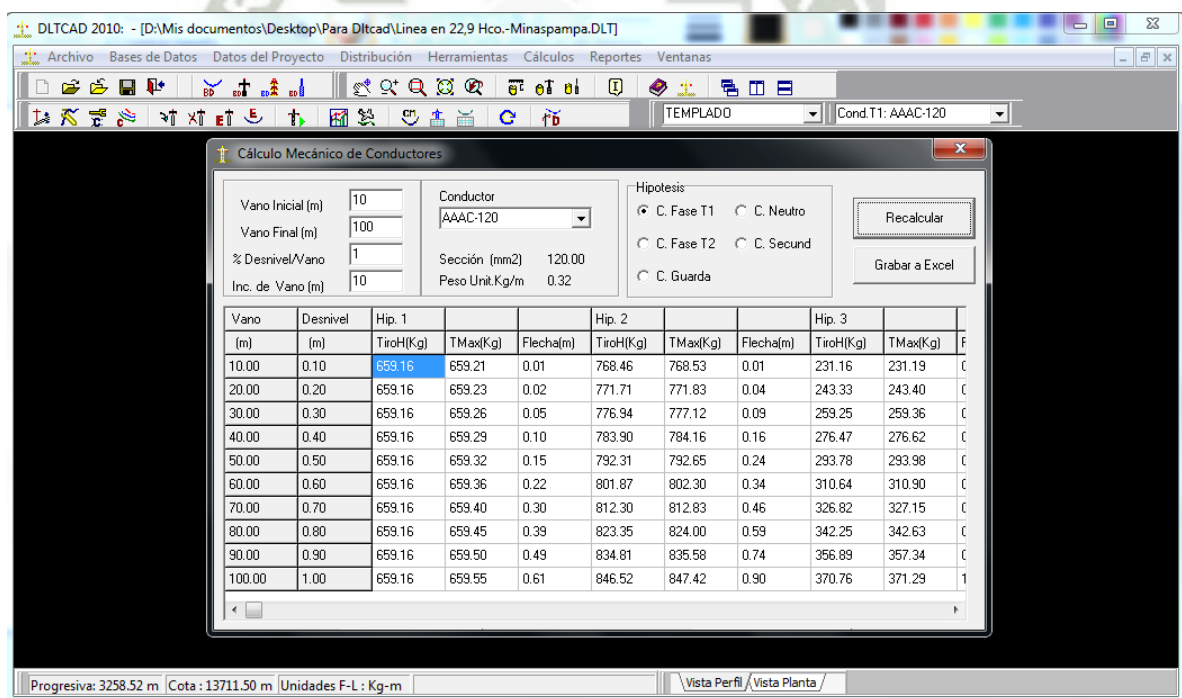
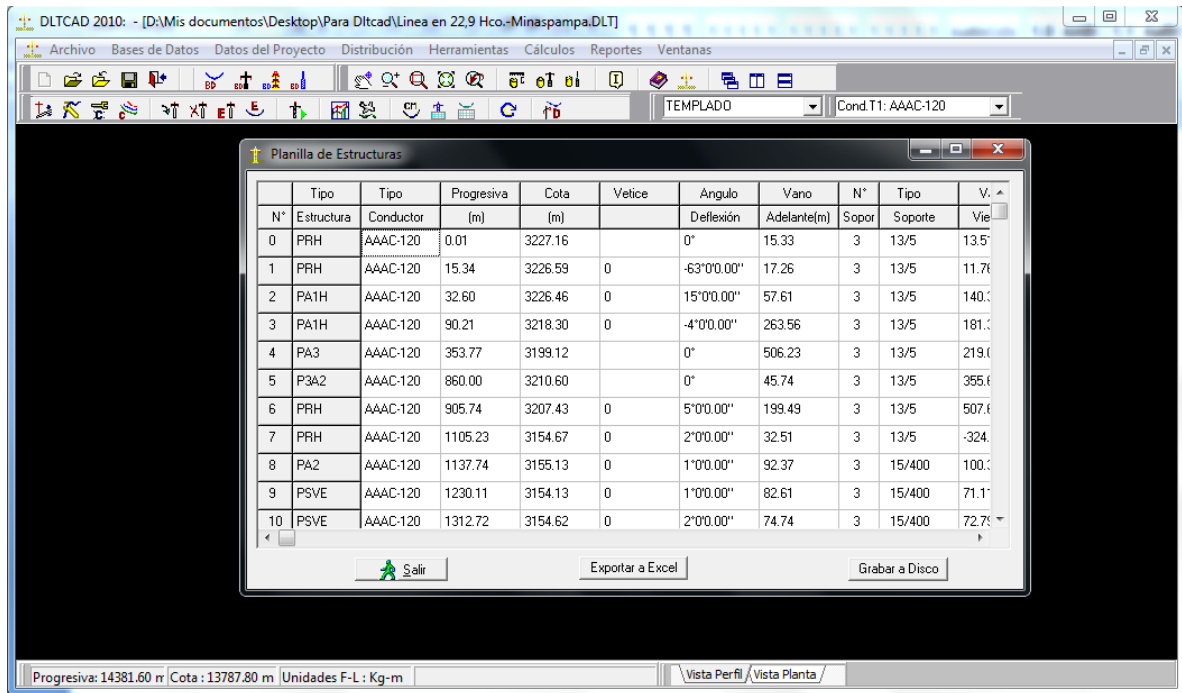


Fig. 3.11 Pantalla del cálculo mecánico de conductores

Fuente: Programa DltCad 2010

3.8.1.7. Planilla de Estructuras

Se generó la planilla de estructuras hasta en 3 formatos diferentes. El usuario puede optar el uso de cualquiera de ellas según sus requerimientos. Muestra un modelo típico de planilla de estructuras.



N°	Tipo Estructura	Tipo Conductor	Progresiva (m)	Cota (m)	Vetice	Angulo Deflexión	Vano Adelante(m)	N° Soporte	Tipo Soporte	V.
0	PRH	AAAC-120	0.01	3227.16		0°	15.33	3	13/5	13.5
1	PRH	AAAC-120	15.34	3226.59	0	-63°0'0.00"	17.26	3	13/5	11.7
2	PA1H	AAAC-120	32.60	3226.46	0	15°0'0.00"	57.61	3	13/5	140.0
3	PA1H	AAAC-120	90.21	3218.30	0	-4°0'0.00"	263.56	3	13/5	181.0
4	PA3	AAAC-120	353.77	3199.12		0°	506.23	3	13/5	219.0
5	P3A2	AAAC-120	860.00	3210.60		0°	45.74	3	13/5	355.0
6	PRH	AAAC-120	905.74	3207.43	0	5°0'0.00"	199.49	3	13/5	507.0
7	PRH	AAAC-120	1105.23	3154.67	0	2°0'0.00"	32.51	3	13/5	-324.0
8	PA2	AAAC-120	1137.74	3155.13	0	1°0'0.00"	92.37	3	15/400	100.0
9	PSVE	AAAC-120	1230.11	3154.13	0	1°0'0.00"	82.61	3	15/400	71.1
10	PSVE	AAAC-120	1312.72	3154.62	0	2°0'0.00"	74.74	3	15/400	72.7

Fig. 3.12 Pantalla de planilla de estructuras

Fuente: Programa DltCad 2010

3.8.2 Determinación de las hipótesis de cálculo mecánico

Para definir las hipótesis de cálculo mecánico de conductores y cable de guarda, se ha tomado información del Mapa Eólico del Perú y el CNE (Anexo 06), las cuales se muestran en la Tabla 3.4, obteniéndose los siguientes valores:

TABLA 3.4 Viento, hielo y temperatura para las áreas de carga 1, 2 y 3

Zona de carga	Área 0 elevación menor de 3 000 m.s.n.m.	Área 1 elevación 3 000-4 000 m.s.n.m.	Área 2 elevación 4 001-4 500 m.s.n.m.	Área 3 elevación a partir de 4 500 m.s.n.m.
Caso de sólo viento				
Velocidad horizontal del viento	26 m/s (94 km/h)	29 m/s (104 km/h)	31,5 m/s (113 km/h)	33,5 m/s (120 km/h)
Temperatura °C	10 °C	5 °C	0 °C	-5 °C
Caso de sólo hielo				
Grosor radial del hielo mm	No hay	6 mm	25 mm	50 mm
Temperatura	0 °C	0 °C	-5 °C	-10 °C
Caso combinado de hielo y viento				
Grosor radial del hielo	No hay	3 mm	12 mm	25 mm
Velocidad horizontal del viento	14 m/s (50 km/h)	14,5 m/s (52 km/h)	15,5 m/s (56 km/h)	17 m/s (61 km/h)
Temperatura	5 °C	0 °C	-5 °C	-10 °C

Por lo tanto las Hipótesis de CMC se han determinado lo siguiente:

TABLA 3.5 Hipótesis de Cálculo Mecánico del Conductor

Hipótesis	I Templado	II Maximo Esfuerzo	III Máxima Temperatura	IV Hielo y Viento
Temperatura (°C)	12	5	40	0
Velocidad del viento (Km/h)	0	104	0	52
Esfuerzo % Tiro de Rotura	18	60	60	60
Espesor del hielo (mm)	0	0	0	3

TABLA 3.6 Hipótesis de Cálculo Mecánico del Cable de Guarda

Hipótesis	I Templado	II Maximo Esfuerzo	III Máxima Temperatura	IV Hielo y Viento
Temperatura (°C)	12	5	40	0
Velocidad del viento (Km/h)	0	104	0	52
Esfuerzo % Tiro de Rotura	16	60	60	60
Espesor del hielo (mm)	0	0	0	3

3.8.3 Reporte del cálculo mecánico de conductores

TABLA 3.7 CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTOR

CONDUCTOR :	AAAC-120 INDECO					
Seccion (mm ²)	Diam. Exterior (mm)	Nro. de Hilos	Peso Unit.(kg/m)	Tiro de Rot.(kg)	M.E. Final (kg/mm ²)	Coef. Dilatación (1/°C)
120	14.3	19	0.34	3453	6152.13	0.000023

Vano (m)	Desnivel (m)	Hip. 1=12°(Templado)			Hip. 2=5°(Max. Esfuerzo c/Viento)			Hip. 3=40°(Máx.Temperatura)			Hip. 4=0°(Hielo+Viento)		
		TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)
10	0.1	621.54	621.59	0.01	731.71	731.79	0.01	196.13	196.16	0.02	807.44	807.51	0.01
20	0.2	621.54	621.61	0.03	737.48	737.62	0.05	213.18	213.25	0.08	808.71	808.82	0.03
30	0.3	621.54	621.64	0.06	746.56	746.79	0.11	233.37	233.49	0.16	810.77	810.93	0.07
40	0.4	621.54	621.67	0.11	758.33	758.66	0.19	253.8	253.97	0.26	813.55	813.77	0.13
50	0.5	621.54	621.71	0.17	772.12	772.56	0.3	273.47	273.7	0.38	816.97	817.26	0.21
60	0.6	621.54	621.75	0.24	787.32	787.88	0.42	292.08	292.37	0.52	820.93	821.29	0.29
70	0.7	621.54	621.8	0.33	803.42	804.12	0.56	309.57	309.93	0.66	825.34	825.78	0.4
80	0.8	621.54	621.85	0.43	820.03	820.88	0.71	325.97	326.4	0.82	830.08	830.61	0.52
90	0.9	621.54	621.9	0.55	836.85	837.86	0.88	341.33	341.84	0.99	835.07	835.71	0.65
100	1	621.54	621.96	0.67	853.65	854.84	1.07	355.73	356.31	1.18	840.23	840.97	0.8
110	1.1	621.54	622.03	0.82	870.27	871.64	1.27	369.23	369.89	1.37	845.49	846.35	0.96
120	1.2	621.54	622.1	0.97	886.6	888.17	1.48	381.89	382.64	1.58	850.78	851.76	1.14
130	1.3	621.54	622.17	1.14	902.56	904.34	1.71	393.77	394.61	1.8	856.06	857.17	1.33
140	1.4	621.54	622.25	1.32	918.1	920.08	1.95	404.93	405.87	2.03	861.28	862.53	1.53

150	1.5	621.54	622.33	1.52	933.18	935.38	2.2	415.42	416.45	2.27	866.42	867.8	1.75
160	1.6	621.54	622.42	1.73	947.77	950.2	2.47	425.28	426.42	2.52	871.43	872.97	1.97
170	1.7	621.54	622.51	1.95	961.87	964.54	2.75	434.56	435.8	2.79	876.32	878.01	2.22
180	1.8	621.54	622.6	2.18	975.47	978.4	3.04	443.29	444.64	3.06	881.05	882.91	2.47
190	1.9	621.54	622.7	2.43	988.58	991.77	3.34	451.52	452.98	3.35	885.63	887.66	2.74
200	2	621.54	622.81	2.7	1001.2	1004.65	3.65	459.27	460.85	3.65	890.04	892.25	3.02
210	2.1	621.54	622.92	2.97	1013.35	1017.08	3.98	466.57	468.28	3.96	894.29	896.68	3.31
220	2.2	621.54	623.03	3.26	1025.03	1029.04	4.32	473.47	475.29	4.28	898.36	900.94	3.62
230	2.3	621.54	623.15	3.57	1036.25	1040.56	4.67	479.97	481.93	4.62	902.27	905.05	3.94
240	2.4	621.54	623.27	3.88	1047.04	1051.65	5.03	486.11	488.2	4.96	906.02	909	4.27
250	2.5	621.54	623.4	4.21	1057.4	1062.32	5.4	491.92	494.14	5.32	909.6	912.8	4.62
260	2.6	621.54	623.53	4.56	1067.35	1072.59	5.79	497.4	499.77	5.7	913.02	916.44	4.98
270	2.7	621.54	623.67	4.91	1076.91	1082.47	6.19	502.59	505.1	6.08	916.29	919.94	5.35
280	2.8	621.54	623.81	5.28	1086.08	1091.99	6.6	507.49	510.16	6.47	919.41	923.29	5.73
290	2.9	621.54	623.96	5.67	1094.89	1101.14	7.02	512.14	514.95	6.88	922.39	926.51	6.13
300	3	621.54	624.11	6.07	1103.35	1109.96	7.46	516.54	519.51	7.3	925.24	929.6	6.54
310	3.1	621.54	624.26	6.48	1111.48	1118.44	7.91	520.7	523.84	7.74	927.95	932.57	6.96
320	3.2	621.54	624.42	6.9	1119.28	1126.62	8.37	524.65	527.96	8.18	930.54	935.42	7.4
330	3.3	621.54	624.58	7.34	1126.77	1134.49	8.84	528.4	531.87	8.64	933	938.15	7.85
340	3.4	621.54	624.75	7.79	1133.96	1142.08	9.32	531.96	535.61	9.11	935.36	940.78	8.31
350	3.5	621.54	624.92	8.26	1140.88	1149.39	9.82	535.33	539.16	9.59	937.6	943.31	8.79
360	3.6	621.54	625.1	8.74	1147.52	1156.44	10.33	538.54	542.55	10.09	939.74	945.74	9.27
370	3.7	621.54	625.28	9.23	1153.9	1163.24	10.85	541.59	545.79	10.6	941.78	948.08	9.78
380	3.8	621.54	625.47	9.74	1160.03	1169.8	11.39	544.49	548.88	11.12	943.73	950.33	10.29
390	3.9	621.54	625.66	10.26	1165.92	1176.12	11.93	547.25	551.83	11.65	945.59	952.5	10.82
400	4	621.54	625.86	10.79	1171.58	1182.24	12.49	549.87	554.66	12.2	947.37	954.6	11.36
410	4.1	621.54	626.06	11.34	1177.03	1188.14	13.07	552.37	557.36	12.76	949.06	956.62	11.91

420	4.2	621.54	626.26	11.9	1182.27	1193.84	13.65	554.75	559.95	13.33	950.68	958.57	12.48
430	4.3	621.54	626.47	12.47	1187.31	1199.36	14.25	557.03	562.44	13.92	952.23	960.45	13.06
440	4.4	621.54	626.68	13.06	1192.16	1204.69	14.86	559.19	564.82	14.52	953.71	962.28	13.66
450	4.5	621.54	626.9	13.66	1196.82	1209.85	15.48	561.26	567.11	15.13	955.12	964.05	14.26
460	4.6	621.54	627.12	14.28	1201.32	1214.84	16.12	563.23	569.31	15.76	956.48	965.76	14.88
470	4.7	621.54	627.35	14.9	1205.64	1219.68	16.77	565.12	571.42	16.4	957.77	967.42	15.52
480	4.8	621.54	627.58	15.55	1209.81	1224.36	17.43	566.92	573.46	17.05	959.01	969.04	16.17
490	4.9	621.54	627.82	16.2	1213.82	1228.9	18.11	568.64	575.42	17.71	960.2	970.6	16.83
500	5	621.54	628.06	16.87	1217.68	1233.31	18.79	570.29	577.31	18.39	961.33	972.13	17.5
510	5.1	621.54	628.31	17.55	1221.41	1237.58	19.49	571.86	579.14	19.08	962.42	973.61	18.19
520	5.2	621.54	628.56	18.25	1225	1241.73	20.21	573.37	580.9	19.79	963.46	975.06	18.89
530	5.3	621.54	628.81	18.96	1228.46	1245.76	20.94	574.82	582.6	20.51	964.46	976.47	19.6
540	5.4	621.54	629.07	19.68	1231.8	1249.68	21.68	576.2	584.25	21.24	965.42	977.85	20.33
550	5.5	621.54	629.33	20.42	1235.03	1253.49	22.43	577.53	585.84	21.98	966.34	979.19	21.07
560	5.6	621.54	629.6	21.17	1238.13	1257.2	23.19	578.8	587.39	22.74	967.23	980.51	21.83
570	5.7	621.54	629.87	21.93	1241.14	1260.8	23.97	580.03	588.89	23.51	968.08	981.8	22.6
580	5.8	621.54	630.15	22.71	1244.03	1264.32	24.77	581.2	590.34	24.3	968.89	983.06	23.38
590	5.9	621.54	630.43	23.5	1246.83	1267.74	25.57	582.33	591.75	25.09	969.67	984.3	24.17
600	6	621.54	630.72	24.31	1249.53	1271.08	26.39	583.41	593.12	25.9	970.43	985.51	24.98
610	6.1	621.54	631.01	25.13	1252.14	1274.33	27.22	584.45	594.45	26.73	971.15	986.71	25.8
620	6.2	621.54	631.31	25.96	1254.67	1277.51	28.07	585.45	595.75	27.57	971.85	987.88	26.64
630	6.3	621.54	631.61	26.81	1257.11	1280.62	28.93	586.41	597.02	28.42	972.52	989.04	27.49
640	6.4	621.54	631.91	27.67	1259.47	1283.65	29.8	587.34	598.25	29.29	973.17	990.17	28.35
650	6.5	621.54	632.22	28.54	1261.75	1286.61	30.69	588.23	599.45	30.16	973.79	991.29	29.23
660	6.6	621.54	632.53	29.43	1263.96	1289.52	31.58	589.09	600.63	31.06	974.39	992.4	30.12
670	6.7	621.54	632.85	30.33	1266.09	1292.35	32.5	589.92	601.77	31.96	974.97	993.49	31.02
680	6.8	621.54	633.18	31.24	1268.16	1295.14	33.42	590.71	602.9	32.88	975.52	994.56	31.94

690	6.9	621.54	633.5	32.17	1270.16	1297.86	34.36	591.48	603.99	33.82	976.06	995.63	32.87
700	7	621.54	633.84	33.11	1272.1	1300.53	35.31	592.22	605.07	34.76	976.58	996.68	33.82
710	7.1	621.54	634.17	34.07	1273.98	1303.15	36.28	592.94	606.12	35.72	977.08	997.72	34.77
720	7.2	621.54	634.51	35.04	1275.8	1305.72	37.26	593.63	607.16	36.7	977.56	998.76	35.75
730	7.3	621.54	634.86	36.02	1277.56	1308.25	38.25	594.3	608.17	37.68	978.03	999.78	36.73
740	7.4	621.54	635.21	37.02	1279.27	1310.73	39.26	594.94	609.17	38.68	978.48	1000.8	37.73
750	7.5	621.54	635.57	38.03	1280.92	1313.17	40.28	595.56	610.15	39.7	978.92	1001.8	38.74
760	7.6	621.54	635.93	39.05	1282.53	1315.56	41.31	596.16	611.11	40.73	979.34	1002.8	39.77
770	7.7	621.54	636.29	40.09	1284.09	1317.92	42.36	596.74	612.06	41.77	979.74	1003.8	40.81
780	7.8	621.54	636.66	41.14	1285.6	1320.25	43.42	597.31	612.99	42.83	980.14	1004.78	41.86
790	7.9	621.54	637.03	42.21	1287.07	1322.54	44.49	597.85	613.91	43.89	980.52	1005.76	42.93
800	8	621.54	637.41	43.29	1288.49	1324.79	45.58	598.38	614.81	44.98	980.89	1006.74	44.01
810	8.1	621.54	637.8	44.38	1289.88	1327.02	46.68	598.89	615.71	46.07	981.25	1007.71	45.11
820	8.2	621.54	638.18	45.49	1291.22	1329.21	47.79	599.38	616.59	47.18	981.59	1008.68	46.22
830	8.3	621.54	638.57	46.61	1292.52	1331.38	48.92	599.86	617.46	48.31	981.93	1009.65	47.34
840	8.4	621.54	638.97	47.74	1293.79	1333.51	50.06	600.32	618.32	49.45	982.25	1010.61	48.48
850	8.5	621.54	639.37	48.89	1295.02	1335.63	51.22	600.77	619.17	50.6	982.57	1011.57	49.63
860	8.6	621.54	639.78	50.05	1296.22	1337.72	52.39	601.2	620.01	51.76	982.87	1012.53	50.79
870	8.7	621.54	640.19	51.23	1297.38	1339.78	53.57	601.63	620.85	52.94	983.17	1013.49	51.97
880	8.8	621.54	640.61	52.42	1298.51	1341.82	54.77	602.03	621.67	54.14	983.45	1014.44	53.16
890	8.9	621.54	641.03	53.63	1299.61	1343.84	55.98	602.43	622.49	55.34	983.73	1015.39	54.37
900	9	621.54	641.45	54.84	1300.68	1345.85	57.2	602.82	623.3	56.56	984	1016.35	55.58
910	9.1	621.54	641.88	56.07	1301.73	1347.83	58.44	603.19	624.11	57.8	984.27	1017.3	56.82
920	9.2	621.54	642.31	57.32	1302.74	1349.79	59.69	603.55	624.91	59.05	984.52	1018.25	58.06
930	9.3	621.54	642.75	58.58	1303.73	1351.74	60.96	603.91	625.7	60.31	984.77	1019.2	59.33
940	9.4	621.54	643.2	59.85	1304.69	1353.67	62.24	604.25	626.48	61.58	985.01	1020.16	60.6
950	9.5	621.54	643.64	61.14	1305.62	1355.59	63.53	604.58	627.27	62.87	985.24	1021.11	61.89

960	9.6	621.54	644.1	62.44	1306.53	1357.49	64.84	604.91	628.04	64.18	985.47	1022.06	63.19
970	9.7	621.54	644.55	63.76	1307.42	1359.38	66.16	605.22	628.82	65.5	985.69	1023.02	64.51
980	9.8	621.54	645.02	65.09	1308.28	1361.26	67.49	605.53	629.58	66.83	985.91	1023.98	65.84
990	9.9	621.54	645.48	66.43	1309.13	1363.12	68.84	605.82	630.35	68.17	986.12	1024.93	67.18
1000	10	621.54	645.95	67.79	1309.95	1364.98	70.2	606.11	631.11	69.53	986.32	1025.89	68.54

Fuente: Programa DltCad 2010

TABLA 3.8 CÁLCULO MECÁNICO DE CABLE DE GUARDA

Conductor EHS-50mm2-EDS 16%

Vano (m)	Desnivel (m)	Hip. 1			Hip. 2			Hip. 3			Hip. 4		
		TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)
10	0.1	896.4	896.46	0	994.27	994.35	0.01	506.97	507.01	0.01	1063.76	1063.84	0.01
20	0.2	896.4	896.48	0.02	995.26	995.37	0.02	509.16	509.22	0.03	1064.19	1064.29	0.02
30	0.3	896.4	896.5	0.04	996.89	997.03	0.05	512.68	512.77	0.07	1064.9	1065.04	0.05
40	0.4	896.4	896.53	0.07	999.13	999.32	0.09	517.38	517.51	0.12	1065.89	1066.06	0.08
50	0.5	896.4	896.55	0.11	1001.95	1002.19	0.15	523.09	523.25	0.18	1067.14	1067.35	0.13
60	0.6	896.4	896.58	0.15	1005.31	1005.6	0.21	529.61	529.81	0.26	1068.64	1068.9	0.18
70	0.7	896.4	896.62	0.21	1009.17	1009.52	0.29	536.76	537	0.35	1070.38	1070.69	0.25
80	0.8	896.4	896.65	0.27	1013.47	1013.89	0.37	544.38	544.66	0.45	1072.33	1072.7	0.32
90	0.9	896.4	896.69	0.34	1018.18	1018.66	0.47	552.32	552.66	0.56	1074.49	1074.91	0.41
100	1	896.4	896.73	0.43	1023.22	1023.78	0.58	560.48	560.87	0.68	1076.83	1077.32	0.5
110	1.1	896.4	896.77	0.51	1028.57	1029.21	0.69	568.76	569.2	0.81	1079.34	1079.89	0.6
120	1.2	896.4	896.81	0.61	1034.16	1034.89	0.82	577.08	577.58	0.95	1081.99	1082.61	0.72
130	1.3	896.4	896.86	0.72	1039.97	1040.78	0.96	585.38	585.95	1.1	1084.77	1085.47	0.84
140	1.4	896.4	896.91	0.83	1045.93	1046.84	1.11	593.62	594.24	1.26	1087.66	1088.43	0.97
150	1.5	896.4	896.97	0.96	1052.03	1053.03	1.26	601.75	602.44	1.43	1090.64	1091.49	1.11

160	1.6	896.4	897.02	1.09	1058.22	1059.33	1.43	609.75	610.51	1.6	1093.69	1094.64	1.26
170	1.7	896.4	897.08	1.23	1064.48	1065.69	1.6	617.6	618.44	1.78	1096.81	1097.84	1.42
180	1.8	896.4	897.14	1.38	1070.77	1072.09	1.79	625.28	626.19	1.98	1099.97	1101.09	1.58
190	1.9	896.4	897.2	1.54	1077.08	1078.52	1.98	632.79	633.77	2.18	1103.16	1104.38	1.76
200	2	896.4	897.27	1.7	1083.38	1084.93	2.18	640.11	641.17	2.38	1106.37	1107.69	1.95
210	2.1	896.4	897.34	1.88	1089.65	1091.33	2.39	647.23	648.38	2.6	1109.59	1111.02	2.14
220	2.2	896.4	897.41	2.06	1095.88	1097.68	2.61	654.16	655.39	2.82	1112.81	1114.34	2.34
230	2.3	896.4	897.48	2.25	1102.05	1103.99	2.83	660.9	662.22	3.05	1116.01	1117.66	2.55
240	2.4	896.4	897.56	2.45	1108.16	1110.23	3.07	667.44	668.85	3.29	1119.2	1120.97	2.77
250	2.5	896.4	897.64	2.66	1114.19	1116.4	3.31	673.79	675.29	3.54	1122.37	1124.25	3
260	2.6	896.4	897.72	2.88	1120.13	1122.48	3.56	679.95	681.54	3.79	1125.5	1127.5	3.23
270	2.7	896.4	897.8	3.1	1125.98	1128.48	3.82	685.92	687.6	4.05	1128.59	1130.73	3.48
280	2.8	896.4	897.89	3.34	1131.73	1134.38	4.09	691.71	693.49	4.32	1131.65	1133.91	3.73
290	2.9	896.4	897.98	3.58	1137.38	1140.19	4.37	697.32	699.2	4.6	1134.66	1137.05	3.99
300	3	896.4	898.07	3.83	1142.93	1145.89	4.65	702.75	704.73	4.88	1137.61	1140.15	4.26
310	3.1	896.4	898.16	4.09	1148.36	1151.49	4.94	708.01	710.09	5.18	1140.52	1143.2	4.53
320	3.2	896.4	898.26	4.36	1153.68	1156.97	5.24	713.1	715.29	5.48	1143.38	1146.2	4.82
330	3.3	896.4	898.36	4.63	1158.9	1162.36	5.55	718.03	720.33	5.78	1146.18	1149.14	5.11
340	3.4	896.4	898.46	4.92	1163.99	1167.63	5.87	722.8	725.21	6.1	1148.92	1152.04	5.41
350	3.5	896.4	898.57	5.21	1168.98	1172.79	6.19	727.42	729.95	6.42	1151.6	1154.88	5.72
360	3.6	896.4	898.68	5.51	1173.85	1177.84	6.52	731.89	734.53	6.75	1154.23	1157.66	6.04
370	3.7	896.4	898.79	5.82	1178.61	1182.78	6.86	736.22	738.98	7.09	1156.79	1160.39	6.37
380	3.8	896.4	898.9	6.14	1183.26	1187.62	7.21	740.4	743.29	7.44	1159.3	1163.06	6.7
390	3.9	896.4	899.01	6.47	1187.79	1192.35	7.57	744.46	747.47	7.79	1161.75	1165.68	7.05
400	4	896.4	899.13	6.81	1192.22	1196.97	7.93	748.38	751.52	8.16	1164.14	1168.24	7.4
410	4.1	896.4	899.25	7.15	1196.54	1201.48	8.3	752.18	755.44	8.53	1166.47	1170.75	7.76
420	4.2	896.4	899.37	7.51	1200.75	1205.9	8.68	755.86	759.25	8.9	1168.74	1173.2	8.12

430	4.3	896.4	899.5	7.87	1204.85	1210.21	9.07	759.41	762.94	9.29	1170.95	1175.59	8.5
440	4.4	896.4	899.63	8.24	1208.86	1214.43	9.46	762.86	766.52	9.68	1173.11	1177.94	8.88
450	4.5	896.4	899.76	8.62	1212.76	1218.54	9.87	766.2	770	10.08	1175.21	1180.23	9.27
460	4.6	896.4	899.89	9	1216.56	1222.56	10.28	769.43	773.37	10.49	1177.26	1182.47	9.68
470	4.7	896.4	900.03	9.4	1220.27	1226.49	10.7	772.55	776.64	10.91	1179.26	1184.67	10.08
480	4.8	896.4	900.17	9.81	1223.88	1230.33	11.12	775.58	779.81	11.33	1181.2	1186.81	10.5
490	4.9	896.4	900.31	10.22	1227.4	1234.08	11.56	778.52	782.89	11.77	1183.09	1188.9	10.93
500	5	896.4	900.45	10.64	1230.83	1237.74	12	781.36	785.88	12.21	1184.93	1190.95	11.36
510	5.1	896.4	900.6	11.07	1234.17	1241.32	12.45	784.11	788.79	12.66	1186.71	1192.95	11.8
520	5.2	896.4	900.75	11.51	1237.42	1244.81	12.91	786.78	791.61	13.11	1188.46	1194.91	12.25
530	5.3	896.4	900.9	11.96	1240.59	1248.23	13.38	789.37	794.36	13.58	1190.15	1196.82	12.71
540	5.4	896.4	901.05	12.41	1243.68	1251.56	13.86	791.87	797.02	14.05	1191.8	1198.69	13.17
550	5.5	896.4	901.21	12.88	1246.69	1254.82	14.34	794.3	799.62	14.53	1193.4	1200.52	13.65
560	5.6	896.4	901.37	13.35	1249.62	1258.01	14.83	796.66	802.14	15.02	1194.96	1202.31	14.13
570	5.7	896.4	901.53	13.83	1252.47	1261.12	15.33	798.94	804.59	15.52	1196.48	1204.06	14.62
580	5.8	896.4	901.7	14.32	1255.25	1264.16	15.84	801.16	806.97	16.03	1197.96	1205.77	15.12
590	5.9	896.4	901.86	14.82	1257.96	1267.14	16.36	803.31	809.29	16.54	1199.39	1207.45	15.63
600	6	896.4	902.03	15.33	1260.6	1270.05	16.88	805.39	811.55	17.06	1200.79	1209.09	16.14
610	6.1	896.4	902.21	15.84	1263.17	1272.9	17.41	807.41	813.75	17.59	1202.15	1210.7	16.67
620	6.2	896.4	902.38	16.36	1265.67	1275.68	17.95	809.38	815.89	18.13	1203.47	1212.27	17.2
630	6.3	896.4	902.56	16.9	1268.11	1278.4	18.5	811.28	817.98	18.67	1204.76	1213.81	17.74
640	6.4	896.4	902.74	17.44	1270.49	1281.07	19.06	813.13	820.01	19.23	1206.01	1215.32	18.29
650	6.5	896.4	902.92	17.99	1272.81	1283.67	19.62	814.93	821.99	19.79	1207.23	1216.8	18.85
660	6.6	896.4	903.11	18.55	1275.06	1286.23	20.2	816.67	823.93	20.36	1208.42	1218.25	19.41
670	6.7	896.4	903.3	19.11	1277.26	1288.73	20.78	818.36	825.81	20.94	1209.57	1219.68	19.99
680	6.8	896.4	903.49	19.69	1279.41	1291.17	21.37	820.01	827.65	21.53	1210.69	1221.07	20.57
690	6.9	896.4	903.68	20.27	1281.5	1293.57	21.97	821.6	829.44	22.12	1211.79	1222.44	21.16

700	7	896.4	903.88	20.87	1283.54	1295.92	22.57	823.15	831.2	22.73	1212.85	1223.78	21.76
710	7.1	896.4	904.07	21.47	1285.53	1298.22	23.19	824.66	832.91	23.34	1213.89	1225.1	22.37
720	7.2	896.4	904.28	22.08	1287.46	1300.47	23.81	826.13	834.58	23.96	1214.9	1226.4	22.99
730	7.3	896.4	904.48	22.7	1289.35	1302.69	24.44	827.55	836.21	24.59	1215.88	1227.67	23.61
740	7.4	896.4	904.69	23.32	1291.19	1304.85	25.08	828.94	837.8	25.23	1216.83	1228.92	24.24
750	7.5	896.4	904.9	23.96	1292.99	1306.98	25.73	830.29	839.36	25.87	1217.77	1230.15	24.89
760	7.6	896.4	905.11	24.6	1294.74	1309.07	26.38	831.6	840.89	26.52	1218.67	1231.36	25.54
770	7.7	896.4	905.32	25.25	1296.45	1311.11	27.05	832.87	842.38	27.19	1219.56	1232.55	26.19
780	7.8	896.4	905.54	25.92	1298.12	1313.12	27.72	834.12	843.84	27.86	1220.42	1233.72	26.86
790	7.9	896.4	905.76	26.59	1299.75	1315.09	28.4	835.32	845.27	28.54	1221.26	1234.87	27.54
800	8	896.4	905.98	27.26	1301.34	1317.03	29.09	836.5	846.67	29.22	1222.07	1236	28.22
810	8.1	896.4	906.2	27.95	1302.89	1318.93	29.79	837.64	848.04	29.92	1222.87	1237.12	28.91
820	8.2	896.4	906.43	28.65	1304.4	1320.8	30.49	838.76	849.39	30.62	1223.65	1238.22	29.61
830	8.3	896.4	906.66	29.35	1305.87	1322.64	31.21	839.84	850.7	31.33	1224.4	1239.3	30.32
840	8.4	896.4	906.89	30.06	1307.31	1324.45	31.93	840.9	852	32.05	1225.14	1240.37	31.04
850	8.5	896.4	907.13	30.78	1308.72	1326.22	32.66	841.93	853.26	32.78	1225.86	1241.42	31.77
860	8.6	896.4	907.37	31.51	1310.09	1327.97	33.4	842.93	854.51	33.52	1226.56	1242.46	32.5
870	8.7	896.4	907.61	32.25	1311.44	1329.69	34.15	843.91	855.73	34.27	1227.25	1243.49	33.24
880	8.8	896.4	907.85	33	1312.75	1331.38	34.91	844.86	856.92	35.02	1227.92	1244.5	34
890	8.9	896.4	908.1	33.76	1314.03	1333.04	35.67	845.79	858.1	35.78	1228.57	1245.5	34.76
900	9	896.4	908.35	34.52	1315.28	1334.68	36.44	846.69	859.25	36.55	1229.2	1246.49	35.52
910	9.1	896.4	908.6	35.29	1316.5	1336.29	37.22	847.57	860.39	37.33	1229.82	1247.47	36.3
920	9.2	896.4	908.85	36.07	1317.69	1337.88	38.01	848.43	861.5	38.12	1230.43	1248.43	37.09
930	9.3	896.4	909.11	36.86	1318.85	1339.45	38.81	849.27	862.6	38.92	1231.02	1249.38	37.88
940	9.4	896.4	909.37	37.66	1319.99	1340.99	39.62	850.09	863.68	39.72	1231.6	1250.33	38.68
950	9.5	896.4	909.63	38.47	1321.11	1342.52	40.43	850.89	864.74	40.54	1232.16	1251.26	39.49
960	9.6	896.4	909.89	39.29	1322.2	1344.02	41.26	851.67	865.79	41.36	1232.71	1252.19	40.31

970	9.7	896.4	910.16	40.11	1323.26	1345.5	42.09	852.43	866.82	42.19	1233.25	1253.1	41.14
980	9.8	896.4	910.43	40.94	1324.3	1346.96	42.93	853.17	867.83	43.03	1233.77	1254.01	41.98
990	9.9	896.4	910.7	41.79	1325.32	1348.4	43.78	853.89	868.83	43.88	1234.28	1254.9	42.82
1000	10	896.4	910.97	42.64	1326.31	1349.83	44.64	854.6	869.81	44.73	1234.78	1255.79	43.68

Fuente: Programa DltCad 2010

3.9 CÁLCULO DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES

3.9.1 Resultados del cálculo mecánico de estructuras



TABLA 3.9 CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA

DATOS DEL POSTE				DATOS DEL CONDUCTOR				DATOS DEL CABLE DE GUARDA				DATOS DEL AISLADOR				PANDEO	
TIPO DE POSTE:	13m-D5			tipo	AAAC-120mm2			tipo	AG-50mm2			tipo	Suspensión 3x52/3			Ø punta (cm)	17,51
Long. del poste (m)	13,0	Coef. del Material (K)	1	Secc. mm²	120	sección (mm2)	51,14	Long. mm	750	Ø tierra (cm)	26,74	Ø mm	254	Ø amarre (cm)	19,21		
Long. de empot. (m)	1,9	Momento Inercia cm⁴	6.687	Diám. mm	14,25	Diám. mm	9,52	Ø mm	254	P*	1,94	Peso N	164,2	Carga Crítica (N)	128659,92		
Altura útil poste (m)	11,1	Factor de Seguridad	2,05	Peso unit.N/m	3,2732	Peso unit.N/m	3,98	Peso N	164,2	F.Vie/Ais N	59,11	Alt. C.G.	10,84				
Circ. en punta (cm)	55,0	Carga Rotura N	8450,3	Alt. Cond.1 m	9,89	DATOS DE LA CRUCETA		RETENIDA TIPO		IV		DATOS GENERALES					
Circ. línea tierra (cm)	84,0	Carga Trabajo N	4.122	Alt. Cond.2 m	8,29	Longitud (m)	4,3	tipo	EHS-50mm2			Peso Cruceta (N)	600				
Sección Empot. (cm²)	561	Esfuerzo Máx. Mpa	50,0	Alt. Cond.3 m	8,29	Ancho (m)	0,127	diametro (mm)	9,52			Peso Operario (N)	980				
Ø punta (cm)	17,51	Módulo Elast. Mpa	12400,0	VIENTO			Peso (N)	600	Carga de Rotura (N)	68430			Peso Extra (SE, C)	980			
Ø tierra (cm)	26,74	Peso del poste N	6867,0	Velocidad km/h	94				Altura de aplicación 1	9,05							
				Presión N/m²	310				factor de seguridad	1,22							
								Carga de Trabajo (N)	56091								

Vano Viento (m)	Tiro Horiz.I-N Condición max Esf Conductor	Tiro Horiz.I-N Condición max Esf CG	MVC N-m MV sobre cond y aisladores	MTC N-m Momento carga sob. conduct.	MVP N-m Momento Viento sob. Estructura	MRN N-m Momento total Estructura	RH (MPa) Esfuerzo en la línea de tierra	F.S. ≥ 2.05 Factor Seg. S/Retenida	Feq-N Fuerza Equiv. Punta	F.S. ≥ 2.05 Factor Seg. Esfuerzo en la punta	F.S. ≥ 2.05 Factor Seg. Esfuerzo C/Retenida	Requer. de Reten.	Número de Retenidas x Poste	Carga Vertic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1.76
-----------------	--	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--	----------------------------------	---	------------------------------------	---------------------------	--	---	-------------------	-----------------------------	-----------------------	------------------------

ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN PSH-3G 0º-5º

V. Peso/V. Viento **2,00**
Angulo (°) **0,00**

390	11979,5	13853,3	36131,30	0,00	3934,40	40065,70	21,35	2,34	3.609,52	2,34	s/Retenida	NO	0,00	13775,17	9,34
400	12041,9	13887,4	37036,83	0,00	3934,40	40971,23	21,83	2,29	3691,10	2,29	s/Retenida	NO	0,00	13913,17	9,25
410	12102,2	13920,6	37942,36	0,00	3934,40	41876,76	22,32	2,24	3772,68	2,24	s/Retenida	NO	0,00	14051,17	9,16
420	12160,4	13952,8	38847,89	0,00	3934,40	42782,28	22,80	2,19	3854,26	2,19	s/Retenida	NO	0,00	14189,16	9,07
430	12216,7	13984,1	39753,42	0,00	3934,40	43687,81	23,28	2,15	3935,84	2,15	s/Retenida	NO	0,00	14327,16	8,98
440	12271,1	14014,4	40658,94	0,00	3934,40	44593,34	23,76	2,10	4017,42	2,10	s/Retenida	NO	0,00	14465,15	8,89
450	12323,8	14043,8	41564,47	0,00	3934,40	45498,87	24,25	2,06	4099,00	2,06	s/Retenida	NO	0,00	14603,15	8,81
460	12374,7	14072,3	42470,00	0,00	3934,40	46404,40	24,73	2,02	5127,56	1,65	2,02	SI	1,00	21545,64	5,97

V. Peso/V. Viento **2,00**
Angulo (°) **1,00**

330	11556,9	13626,3	30696,99	5248,60	3934,40	39879,99	21,25	2,35	3.592,79	2,35	s/Retenida	NO	0,00	12947,20	9,94
340	11633,6	13666,8	31602,49	5273,99	3934,40	40810,87	21,75	2,30	3676,65	2,30	s/Retenida	NO	0,00	13085,19	9,83
350	11707,6	13706,2	32507,98	5298,54	3934,40	41740,92	22,24	2,25	3760,44	2,25	s/Retenida	NO	0,00	13223,19	9,73
360	11779,1	13744,6	33413,47	5322,33	3934,40	42670,20	22,74	2,20	3844,16	2,20	s/Retenida	NO	0,00	13361,19	9,63
370	11848,2	13781,9	34318,97	5345,35	3934,40	43598,71	23,23	2,15	3927,81	2,15	s/Retenida	NO	0,00	13499,18	9,53
380	11915	13818,1	35224,46	5367,63	3934,40	44526,49	23,73	2,11	4011,40	2,11	s/Retenida	NO	0,00	13637,18	9,43
390	11979,5	13853,3	36129,96	5389,20	3934,40	45453,55	24,22	2,06	4094,91	2,06	s/Retenida	NO	0,00	13775,17	9,34
400	12041,9	13887,4	37035,45	5410,07	3934,40	46379,91	24,72	2,02	5124,85	1,65	2,29	SI	1,00	20714,08	6,21

V. Peso/V. Viento **2,00**
Angulo (°) **2,00**

270	11037,9	13360,5	25261,23	10156,40	3934,40	39352,03	20,97	2,38	3.545,23	2,38	s/Retenida	NO	0,00	12119,22	10,62
280	11131,9	13407,5	26166,62	10217,62	3934,40	40318,64	21,49	2,33	3632,31	2,33	s/Retenida	NO	0,00	12257,22	10,50
290	11222,8	13453,4	27072,01	10277,00	3934,40	41283,41	22,00	2,27	3719,23	2,27	s/Retenida	NO	0,00	12395,21	10,38
300	11310,6	13498,2	27977,41	10334,52	3934,40	42246,32	22,51	2,22	3805,97	2,22	s/Retenida	NO	0,00	12533,21	10,27
310	11395,6	13542	28882,80	10390,37	3934,40	43207,56	23,03	2,17	3892,57	2,17	s/Retenida	NO	0,00	12671,21	10,15
320	11477,6	13584,7	29788,19	10444,42	3934,40	44167,00	23,54	2,12	3979,01	2,12	s/Retenida	NO	0,00	12809,20	10,04
330	11556,9	13626,3	30693,58	10496,81	3934,40	45124,78	24,05	2,08	4065,30	2,08	s/Retenida	NO	0,00	12947,20	9,94
340	11633,6	13666,8	31598,97	10547,57	3934,40	46080,94	24,56	2,04	5091,82	1,66	2,64	SI	1,00	19842,26	6,48

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 3,00

220	10518,2	13111,9	20730,49	14732,34	3934,40	39397,23	21,00	2,38	3.549,30	2,38	s/Retenida	NO	0,00	11429,24	11,26
230	10629	13163,2	21635,71	14838,25	3934,40	40408,35	21,53	2,32	3640,39	2,32	s/Retenida	NO	0,00	11567,24	11,12
240	10736,2	13213,9	22540,92	14941,33	3934,40	41416,65	22,07	2,27	3731,23	2,26	s/Retenida	NO	0,00	11705,23	10,99
250	10840,1	13263,7	23446,14	15041,60	3934,40	42422,14	22,61	2,21	3821,81	2,21	s/Retenida	NO	0,00	11843,23	10,86
260	10940,6	13312,6	24351,36	15139,01	3934,40	43424,77	23,14	2,16	3912,14	2,16	s/Retenida	NO	0,00	11981,23	10,74
270	11037,9	13360,5	25256,58	15233,64	3934,40	44424,61	23,67	2,11	4002,22	2,11	s/Retenida	NO	0,00	12119,22	10,62
280	11131,9	13407,5	26161,80	15325,46	3934,40	45421,66	24,21	2,07	4092,04	2,07	s/Retenida	NO	0,00	12257,22	10,50
290	11222,8	13453,4	27067,02	15414,52	3934,40	46415,93	24,74	2,02	5128,83	1,65	3,03	SI	1,00	19201,40	6,70

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 4,00

170	9911,83	12848,4	16200,29	18881,69	3934,40	39016,38	20,79	2,40	3.514,99	2,40	s/Retenida	NO	0,00	10739,26	11,98
180	10040	12901,5	17105,27	19040,30	3934,40	40079,97	21,36	2,34	3610,81	2,34	s/Retenida	NO	0,00	10877,26	11,83
190	10164,8	12954,5	18010,25	19195,72	3934,40	41140,37	21,92	2,28	3706,34	2,28	s/Retenida	NO	0,00	11015,25	11,68
200	10286,1	13007,4	18915,22	19347,84	3934,40	42197,46	22,49	2,22	3801,57	2,22	s/Retenida	NO	0,00	11153,25	11,54
210	10403,9	13059,9	19820,20	19496,41	3934,40	43251,01	23,05	2,17	3896,49	2,17	s/Retenida	NO	0,00	11291,25	11,39
220	10518,2	13111,9	20725,18	19641,38	3934,40	44300,95	23,61	2,12	3991,08	2,12	s/Retenida	NO	0,00	11429,24	11,26
230	10629	13163,2	21630,16	19782,58	3934,40	45347,13	24,17	2,07	4085,33	2,07	s/Retenida	NO	0,00	11567,24	11,12
240	10736,2	13213,9	22535,13	19920,00	3934,40	46389,53	24,72	2,02	5125,91	1,65	3,54	SI	1,00	18507,55	6,95

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 5,00

120	9227,82	12591,7	11671,68	22566,67	3934,40	38172,75	20,34	2,46	3.438,99	2,46	s/Retenida	NO	0,00	10049,28	12,80
130	9369,14	12640,9	12576,35	22776,41	3934,40	39287,16	20,84	2,39	3539,38	2,39	s/Retenida	NO	0,00	10187,28	12,63
140	9508,7	12691,5	13481,02	22985,45	3934,40	40400,86	21,53	2,32	3639,72	2,32	s/Retenida	NO	0,00	10325,27	12,46
150	9645,92	12743,2	14385,69	23192,82	3934,40	41512,90	22,12	2,26	3739,90	2,26	s/Retenida	NO	0,00	10463,27	12,30
160	9780,39	12795,5	15290,35	23397,58	3934,40	42622,33	22,71	2,20	3839,85	2,20	s/Retenida	NO	0,00	10601,27	12,14
170	9911,83	12848,4	16195,02	23599,41	3934,40	43728,83	23,30	2,15	3939,53	2,15	s/Retenida	NO	0,00	10739,26	11,98
180	10040	12901,5	17099,69	23797,65	3934,40	44831,74	23,89	2,09	4038,90	2,09	s/Retenida	NO	0,00	10877,26	11,83
190	10164,8	12954,5	18004,35	23991,91	3934,40	45930,66	24,48	2,04	5075,21	1,67	4,28	SI	1,00	17750,29	7,25

Fuente: Cía Minera Minaspampa



TABLA 3.10

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA

DATOS DEL POSTE			DATOS DEL CONDUCTOR			DATOS DEL CABLE DE GUARDA			DATOS DEL AISLADOR			PANDEO		
TIPO DE POSTE:	13m-D5		tipo	AAAC-120mm2		Tipo	AG-50mm2		Tipo	Suspensión 3x52/3			Ø punta (cm)	17,51
Long. del poste (m)	13,0	Coef. del Material (K)	1	Secc. mm²	120	sección (mm2)	51,14	Long.mm	750	Ø tierra (cm)	26,74	Ø amarre (cm)	20,17	
Long. de empot. (m)	1,9	Momento Inercia cm⁴	8.122	Diám. mm	14,25	Diám. mm	9,52	Peso N	164,2	P*	1,76	Carga Crítica (N)	141788,08	
Altura útil poste (m)	11,1	Factor de Seguridad	2.05	Peso unit.N/m	3.2732	Alt. C.G.	10,79	F.Vie/Ais N	59,11					
Circ. en punta (cm)	55,0	Carga Rotura N	8441,7	Alt. Cond.1 m	9,58	DATOS DE LA CRUCETA			RETENIDA TIPO		IV			
Circ. línea tierra (cm)	84,0	Carga Trabajo N	4.118	Alt. Cond.2 m	8,08	Longitud (m)	4,3	tipo	EHS-50mm2	DATOS GENERALES				
Sección Empot. (cm²)	561	Esfuerzo Máx. Mpa	50,0	Alt. Cond.3 m	8,08	Ancho(m)	0,127	diametro (mm)	9,52	Peso Cruceta (N)	600	Peso Operario (N)	980	
Ø punta (cm)	17,51	Módulo Elast. Mpa	12400,0	WINDO			Peso (N)	600	Carga de Rotura (N)	68430	Peso Extra (SE, C)	980		
Ø tierra (cm)	26,74	Peso del poste N	6867,0	Velocidad km/h	94			Altura de aplicación 1	7,90					
				Presión N/m²	310			factor de seguridad	1,22					
								Carga de Tranajo (N)	56091					

Vano	Tiro Horiz.I-N	Tiro Horiz.I-N	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. ≥ 2.05	Feq-N	F.S. ≥ 2.05	F.S. ≥ 2.05	Requer. de Reten.	Número de Retenidas x Poste	Carga Vertic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1.76
Viento (m)	Condición max Esf Conductor	Condición max Esf CG	MV sobre cond y aisladores	Momento carga sob. conduct.	Momento Viento sob. Estructura	Momento total Estructura	Esfuerzo en la línea de tierra	Factor Seg. Esfuerzo S/Retenida	Fuerza Equiv. Punta	Factor Seg. Esfuerzo en la punta	Factor Seg. Esfuerzo C/Retenida				

ESTRUCTURA ANGULAR PA1H-3G 5º-30º

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 6,00																
400	12041,9	13887,4	36256,53	31909,45	3934,40	72100,37	38,42	1,30	9126,63	2,33	2,33	SI	1,00	26024,62	5,45	
410	12102,2	13920,6	37143,09	32028,18	3934,40	73105,67	38,96	1,28	9253,88	2,28	2,28	SI	1,00	26331,48	5,38	
420	12160,4	13952,8	38029,66	32142,96	3934,40	74107,02	39,49	1,27	9380,63	2,23	2,24	SI	1,00	26637,68	5,32	
430	12216,7	13984,1	38916,22	32254,16	3934,40	75104,78	40,02	1,25	9506,93	2,19	2,19	SI	1,00	26943,29	5,26	
440	12271,1	14014,4	39802,79	32361,67	3934,40	76098,86	40,55	1,23	9632,77	2,14	2,15	SI	1,00	27248,27	5,20	
450	12323,8	14043,8	40689,35	32465,88	3934,40	77089,63	41,08	1,22	9758,18	2,10	2,10	SI	1,00	27552,69	5,15	
460	12374,7	14072,3	41575,92	32566,64	3934,40	78076,95	41,61	1,20	9883,16	2,06	2,06	SI	1,00	27856,54	5,09	
470	12423,9	14100	42462,48	32664,21	3934,40	79061,09	42,13	1,19	10007,73	2,02	2,02	SI	1,00	28159,85	5,04	

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 10,00																
400	12041,9	13887,4	36170,06	53139,22	3934,40	93243,68	49,69	1,01	11.803,00	2,34	2,34	SI	1,00	29576,28	4,79	
410	12102,2	13920,6	37054,47	53336,95	3934,40	94325,81	50,27	0,99	11939,98	2,29	2,29	SI	1,00	29896,05	4,74	
420	12160,4	13952,8	37938,87	53528,09	3934,40	95401,35	50,84	0,98	12076,12	2,24	2,24	SI	1,00	30214,71	4,69	
430	12216,7	13984,1	38823,27	53713,27	3934,40	96470,94	51,41	0,97	12211,51	2,19	2,19	SI	1,00	30532,38	4,64	
440	12271,1	14014,4	39707,68	53892,31	3934,40	97534,38	51,98	0,96	12346,12	2,15	2,15	SI	1,00	30849,01	4,60	
450	12323,8	14043,8	40592,08	54065,84	3934,40	98592,32	52,54	0,95	12480,04	2,10	2,11	SI	1,00	31164,72	4,55	
460	12374,7	14072,3	41476,48	54233,65	3934,40	99644,53	53,10	0,94	12613,23	2,06	2,07	SI	1,00	31479,47	4,50	
470	12423,9	14100	42360,89	54396,13	3934,40	100691,41	53,66	0,93	12745,75	2,02	2,03	SI	1,00	31793,32	4,46	

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 15,00

400	12041,9	13887,4	36001,39	79582,36	3934,40	119518,15	63,69	0,79	15.128,88	2,35	2,35	SI	1,00	33989,87	4,17
410	12102,2	13920,6	36881,58	79878,49	3934,40	120694,46	64,32	0,78	15277,78	2,30	2,30	SI	1,00	34325,46	4,13
420	12160,4	13952,8	37761,76	80164,74	3934,40	121860,90	64,94	0,77	15425,43	2,25	2,25	SI	1,00	34659,40	4,09
430	12216,7	13984,1	38641,95	80442,07	3934,40	123018,42	65,56	0,76	15571,95	2,20	2,20	SI	1,00	34991,84	4,05
440	12271,1	14014,4	39522,14	80710,21	3934,40	124166,74	66,17	0,76	15717,31	2,16	2,16	SI	1,00	35322,73	4,01
450	12323,8	14043,8	40402,32	80970,09	3934,40	125306,81	66,78	0,75	15861,62	2,11	2,12	SI	1,00	35652,23	3,98
460	12374,7	14072,3	41282,51	81221,40	3934,40	126438,30	67,38	0,74	16004,85	2,07	2,07	SI	1,00	35980,30	3,94
470	12423,9	14100	42162,70	81464,74	3934,40	127561,83	67,98	0,74	16147,07	2,03	2,04	SI	1,00	36307,02	3,91

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 20,00

400	12041,9	13887,4	35765,70	105874,01	3934,40	145574,11	77,58	0,64	18.427,10	2,36	2,36	SI	1,00	38366,76	3,70
410	12102,2	13920,6	36639,99	106267,97	3934,40	146842,36	78,25	0,64	18587,64	2,31	2,31	SI	1,00	38717,80	3,66
420	12160,4	13952,8	37514,29	106648,79	3934,40	148097,48	78,92	0,63	18746,52	2,26	2,26	SI	1,00	39066,63	3,63
430	12216,7	13984,1	38388,58	107017,75	3934,40	149340,73	79,58	0,63	18903,89	2,21	2,22	SI	1,00	39413,47	3,60
440	12271,1	14014,4	39262,88	107374,47	3934,40	150571,74	80,24	0,62	19059,71	2,17	2,17	SI	1,00	39758,25	3,57
450	12323,8	14043,8	40137,17	107720,21	3934,40	151791,78	80,89	0,62	19214,15	2,13	2,13	SI	1,00	40101,19	3,54
460	12374,7	14072,3	41011,46	108054,54	3934,40	153000,40	81,53	0,61	19367,14	2,08	2,09	SI	1,00	40442,21	3,51
470	12423,9	14100	41885,76	108378,27	3934,40	154198,43	82,17	0,61	19518,79	2,05	2,05	SI	1,00	40781,45	3,48

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 25,00

410	12102,2	13920,6	36330,17	132455,17	3934,40	172719,74	92,04	0,54	21.863,26	2,33	2,33	SI	1,00	43064,69	3,29
420	12160,4	13952,8	37196,91	132929,84	3934,40	174061,15	92,76	0,54	22033,06	2,28	2,28	SI	1,00	43428,01	3,26
430	12216,7	13984,1	38063,65	133389,72	3934,40	175387,76	93,47	0,53	22200,98	2,23	2,23	SI	1,00	43788,86	3,24
440	12271,1	14014,4	38930,39	133834,34	3934,40	176699,12	94,16	0,53	22366,98	2,19	2,19	SI	1,00	44147,13	3,21
450	12323,8	14043,8	39797,12	134265,28	3934,40	177996,80	94,86	0,53	22531,24	2,14	2,15	SI	1,00	44503,12	3,19
460	12374,7	14072,3	40663,86	134682,00	3934,40	179280,25	95,54	0,52	22693,70	2,10	2,10	SI	1,00	44856,71	3,16
470	12423,9	14100	41530,60	135085,50	3934,40	180550,50	96,22	0,52	22854,49	2,06	2,06	SI	1,00	45208,08	3,14
480	12471,5	14126,9	42397,34	135476,35	3934,40	181808,09	96,89	0,52	23013,68	2,02	2,03	SI	1,00	45557,32	3,11

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 30,00

410	12102,2	13920,6	35952,71	158390,23	3934,40	198277,34	105,66	0,47	25.098,40	2,35	2,35	SI	1,00	47357,86	2,99
420	12160,4	13952,8	36810,24	158957,84	3934,40	199702,48	106,42	0,47	25278,79	2,30	2,30	SI	1,00	47735,25	2,97
430	12216,7	13984,1	37667,77	159507,76	3934,40	201109,93	107,17	0,47	25456,95	2,25	2,26	SI	1,00	48109,68	2,95
440	12271,1	14014,4	38525,30	160039,44	3934,40	202499,14	107,91	0,46	25632,80	2,21	2,21	SI	1,00	48481,03	2,92
450	12323,8	14043,8	39382,83	160554,77	3934,40	203872,00	108,64	0,46	25806,58	2,16	2,17	SI	1,00	48849,64	2,90
460	12374,7	14072,3	40240,36	161053,08	3934,40	205227,84	109,37	0,46	25978,21	2,12	2,12	SI	1,00	49215,39	2,88
470	12423,9	14100	41097,90	161535,59	3934,40	206567,88	110,08	0,45	26147,83	2,08	2,08	SI	1,00	49578,49	2,86
480	12471,5	14126,9	41955,43	162002,97	3934,40	207892,80	110,79	0,45	26315,54	2,04	2,04	SI	1,00	49939,04	2,84

Fuente: Cía Minera Minaspampa



TABLA 3.11

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA

DATOS DEL POSTE				DATOS DEL CONDUCTOR		DATOS DEL CABLE DE GUARDA		DATOS DEL AISLADOR			PANDEO		
TIPO DE POSTE:	13m-D5			tipo	AAAC-120mm2	Tipo	AG-50mm2	Tipo	Suspensión 3x52/3			Ø punta (cm)	17,51
Long. del poste (m)	13,0	Coef. del Material (K)	1	Secc. mm²	120	sección (mm²)	51,14	Long.mm	750	Ø tierra (cm)	26,74	Ø amarre (cm)	20,17
Long. de empot. (m)	1,9	Momento Inercia cm⁴	8,122	Diám. mm	14,25	Diám. mm	9,52	Ø mm	254	P*	1,76	Carga Crítica (N)	141788,08
Altura útil poste (m)	11,1	Factor de Seguridad	2,05	Peso unit.N/m	3,2732	Peso unit.N/m	3,98	Peso N	164,2	F.Vie/Ais N	59,11		
Circ. en punta (cm)	55,0	Carga Rotura N	8441,7	Alt. Cond.1 m	9,58	Alt. C.G.	10,79						
Circ. línea tierra (cm)	84,0	Carga Trabajo N	4.118	Alt. Cond.2 m	8,08	DATOS DE LA CRUCETA		RETENIDA TIPO		IV		DATOS GENERALES	
Sección Empot. (cm²)	561	Esfuerzo Máx. Mpa	50,0	Alt. Cond.3 m	8,08	Longitud (m)	4,3	tipo	EHS-50mm2	Peso Cruceta (N)	600	Peso Operario (N)	980
Ø punta (cm)	17,51	Módulo Elast. Mpa	12400,0	VIENTO		Ancho(m)	0,127	diametro (mm)	9,52	Peso Extra (SE, C)	980		
Ø tierra (cm)	26,74	Peso del poste N	6867,0	Velocidad km/h	94	Peso (N)	600	Carga de Rotura (N)	68430				
				Presión N/m²	310			Altura de aplicación 1	7,90				
								factor de seguridad	1,22				
								Carga de Tranajo (N)	56091				

Vano Viento (m)	Tiro Horiz.I-N Condición max Esp Conductor	Tiro Horiz.I-N Condición max Esp CG	MVC N-m MV sobre cond y aisladores	MTC N-m Momento carga sob. conduct.	MVP N-m Momento Viento sob. Estructura	MRN N-m Momento total Estructura	RH (MPa) Esfuerzo en la línea de tierra	F.S. ≥ 2,05 Factor Seg. Esfuerzo S/Retenida	Feq-N Fuerza Equiv. Punta	F.S. ≥ 2,05 Factor Seg. Esfuerzo en la punta	F.S. ≥ 2,05 Factor Seg. Esfuerzo C/Retenida	Requer. de Reten.	Número de Retenidas x Poste	Carga Vertic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1,76
-----------------	--	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--	----------------------------------	---	---	---------------------------	--	---	-------------------	-----------------------------	-----------------------	------------------------

ESTRUCTURA ANGULAR PA2H-3G 30°-60°

V. Peso/V. Viento **2,00**
Angulo (°) **35,00**

420	12160,4	13952,8	36355,01	184683,26	3934,40	224972,66	119,89	0,42	28,477,55	2,33	2,33	SI	1,00	51980,15	2,73
430	12216,7	13984,1	37201,70	185322,18	3934,40	226458,28	120,68	0,41	28665,60	2,28	2,28	SI	1,00	52367,70	2,71
440	12271,1	14014,4	38048,39	185939,90	3934,40	227922,70	121,46	0,41	28850,97	2,23	2,23	SI	1,00	52751,69	2,69
450	12323,8	14043,8	38895,09	186538,63	3934,40	229368,11	122,23	0,41	29033,94	2,19	2,19	SI	1,00	53132,49	2,67
460	12374,7	14072,3	39741,78	187117,58	3934,40	230793,76	122,99	0,41	29214,40	2,15	2,15	SI	1,00	53509,96	2,65
470	12423,9	14100	40588,47	187678,18	3934,40	232201,05	123,74	0,40	29392,54	2,10	2,11	SI	1,00	53884,36	2,63
480	12471,5	14126,9	41435,16	188221,21	3934,40	233590,77	124,48	0,40	29568,45	2,07	2,07	SI	1,00	54259,80	2,61
490	12517,5	14152,9	42281,86	188746,01	3934,40	234962,26	125,21	0,40	29742,06	2,03	2,03	SI	1,00	54624,18	2,60

V. Peso/V. Viento **2,00**
Angulo (°) **40,00**

430	12216,7	13984,1	36666,33	210783,82	3934,40	251384,55	133,96	0,37	31,820,83	2,31	2,31	SI	1,00	56554,82	2,51
440	12271,1	14014,4	37500,57	211486,42	3934,40	252921,39	134,78	0,37	32015,37	2,26	2,26	SI	1,00	56950,98	2,49
450	12323,8	14043,8	38334,81	212167,40	3934,40	254436,61	135,59	0,37	32207,17	2,22	2,22	SI	1,00	57343,50	2,47
460	12374,7	14072,3	39169,05	212825,90	3934,40	255929,35	136,39	0,37	32396,12	2,17	2,18	SI	1,00	57732,25	2,46
470	12423,9	14100	40003,30	213463,52	3934,40	257401,22	137,17	0,36	32582,43	2,13	2,14	SI	1,00	58117,49	2,44
480	12471,5	14126,9	40837,54	214081,15	3934,40	258853,09	137,94	0,36	32766,21	2,09	2,10	SI	1,00	58499,37	2,42
490	12517,5	14152,9	41671,78	214678,06	3934,40	260284,23	138,71	0,36	32947,37	2,05	2,06	SI	1,00	58877,77	2,41
500	12562	14178,2	42506,02	215256,58	3934,40	261697,00	139,46	0,36	33126,20	2,02	2,02	SI	1,00	59253,09	2,39

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 45,00

430	12216,7	13984,1	36062,67	235844,23	3934,40	275841,30	147,00	0,34	34.916,62	2,34	2,35	SI	2,00	60663,08	2,34
440	12271,1	14014,4	36882,87	236630,36	3934,40	277447,63	147,85	0,34	35119,95	2,30	2,30	SI	2,00	61070,90	2,32
450	12323,8	14043,8	37703,08	237392,31	3934,40	279029,78	148,70	0,34	35320,23	2,25	2,25	SI	2,00	61474,67	2,31
460	12374,7	14072,3	38523,28	238129,09	3934,40	280586,77	149,53	0,33	35517,31	2,21	2,21	SI	2,00	61874,21	2,29
470	12423,9	14100	39343,48	238842,52	3934,40	282120,40	150,34	0,33	35711,44	2,17	2,17	SI	2,00	62269,83	2,28
480	12471,5	14126,9	40163,69	239533,58	3934,40	283631,67	151,15	0,33	35902,74	2,12	2,13	SI	2,00	62661,69	2,26
490	12517,5	14152,9	40983,89	240201,45	3934,40	285119,74	151,94	0,33	36091,11	2,09	2,09	SI	2,00	63049,65	2,25
500	12562	14178,2	41804,09	240848,76	3934,40	286587,25	152,72	0,33	36278,87	2,05	2,05	SI	2,00	63434,16	2,24

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 50,00

440	12271,1	14014,4	36196,48	261323,86	3934,40	301454,73	160,65	0,31	38.158,83	2,33	2,34	SI	2,00	65103,63	2,18
450	12323,8	14043,8	37001,08	262165,32	3934,40	303100,80	161,52	0,31	38367,19	2,29	2,29	SI	2,00	65518,13	2,16
460	12374,7	14072,3	37805,69	262978,99	3934,40	304719,07	162,39	0,31	38572,03	2,24	2,25	SI	2,00	65927,96	2,15
470	12423,9	14100	38610,29	263766,87	3934,40	306311,56	163,24	0,31	38773,61	2,20	2,21	SI	2,00	66333,47	2,14
480	12471,5	14126,9	39414,89	264530,05	3934,40	307879,34	164,07	0,30	38972,07	2,16	2,16	SI	2,00	66734,82	2,12
490	12517,5	14152,9	40219,50	265267,61	3934,40	309421,50	164,89	0,30	39167,28	2,12	2,12	SI	2,00	67131,87	2,11
500	12562	14178,2	41024,10	265982,47	3934,40	310940,97	165,70	0,30	39359,62	2,08	2,09	SI	2,00	67525,10	2,10
510	12605,1	14202,6	41828,70	266673,89	3934,40	312436,99	166,50	0,30	39548,99	2,05	2,05	SI	2,00	67914,40	2,09

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 55,00

460	12374,7	14072,3	37017,64	287328,29	3934,40	328280,33	174,94	0,29	41.554,47	2,29	2,29	SI	2,00	69885,79	2,03
470	12423,9	14100	37805,11	288189,12	3934,40	329928,63	175,82	0,28	41763,12	2,24	2,25	SI	2,00	70300,67	2,02
480	12471,5	14126,9	38592,58	289022,96	3934,40	331549,94	176,69	0,28	41968,35	2,20	2,21	SI	2,00	70711,02	2,01
490	12517,5	14152,9	39380,05	289828,82	3934,40	333143,27	177,53	0,28	42170,03	2,16	2,17	SI	2,00	71116,66	1,99
500	12562	14178,2	40167,53	290609,87	3934,40	334711,79	178,37	0,28	42368,58	2,12	2,13	SI	2,00	71518,14	1,98
510	12605,1	14202,6	40955,00	291365,31	3934,40	336254,70	179,19	0,28	42563,89	2,09	2,09	SI	2,00	71915,31	1,97
520	12646,8	14226,4	41742,47	292098,13	3934,40	337775,00	180,00	0,28	42756,33	2,05	2,05	SI	2,00	72308,69	1,96
530	12687,2	14249,4	42529,94	292807,53	3934,40	339271,87	180,80	0,28	42945,81	2,02	2,02	SI	2,00	72698,13	1,95

V. Peso/V. Viento 2,00

Angulo (°) 60,00

470	12423,9	14100	36929,48	312062,79	3934,40	352926,67	188,08	0,27	44.674,26	2,29	2,30	SI	2,00	74163,89	1,91
480	12471,5	14126,9	37698,32	312965,71	3934,40	354598,43	188,97	0,26	44885,88	2,25	2,25	SI	2,00	74582,71	1,90
490	12517,5	14152,9	38467,16	313838,32	3934,40	356239,88	189,84	0,26	45093,66	2,21	2,21	SI	2,00	74996,44	1,89
500	12562	14178,2	39236,00	314684,07	3934,40	357854,47	190,70	0,26	45298,03	2,17	2,17	SI	2,00	75405,65	1,88
510	12605,1	14202,6	40004,84	315502,10	3934,40	359441,34	191,55	0,26	45498,90	2,13	2,14	SI	2,00	75810,21	1,87
520	12646,8	14226,4	40773,68	316295,62	3934,40	361003,71	192,38	0,26	45696,67	2,10	2,10	SI	2,00	76210,65	1,86
530	12687,2	14249,4	41542,53	317063,79	3934,40	362540,71	193,20	0,26	45891,23	2,06	2,06	SI	2,00	76606,84	1,85
540	12726,3	14271,8	42311,37	317808,75	3934,40	364054,51	194,01	0,26	46082,85	2,03	2,03	SI	2,00	76999,12	1,84

Fuente: Cía Minera Minaspampa



TABLA 3.12

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA

DATOS DEL POSTE			DATOS DEL CONDUCTOR			DATOS DEL CABLE DE GUARDA			DATOS DEL AISLADOR			PANDEO			
TIPO DE POSTE:	13m-D5		tipo	AAAC-120mm2		Tipo	AG-50mm2		Tipo	Suspensión 3x52/3		Ø punta (cm)	17,51		
Long. del poste (m)	13,0	Coef. del Material (K)	1	Secc. mm²	120	sección (mm2)	51,14	Long.mm	750	Ø tierra (cm)	26,74	Ø amarre (cm)	19,17		
Long. de empot. (m)	1,9	Momento Inercia cm4	6.630	Diám. mm	14,25	Diám. mm	9,52	Ø mm	254	P*	1,95	Carga Crítica (N)	128103,60		
Altura útil poste (m)	11,1	Factor de Seguridad	2.05	Peso unit.N/m	3,2732	Peso unit.N/m	3,98	Peso N	164,2						
Circ. en punta (cm)	55,0	Carga Rotura N	8441,7			Alt. C.G.	10,83	F.Vie/Ais N	59,11						
Circ. línea tierra (cm)	84,0	Carga Trabajo N	4.118			DATOS DE LA CRUCETA			RETENIDA TIPO	IV	DATOS GENERALES				
Sección Empot. (cm²)	561	Esfuerzo Máx Mpa	50,0	Alt. Cond.3 m	9,43	Longitud (m)	1,2	tipo	EHS-50mm2	Peso Cruceta (N)	300				
Ø punta (cm)	17,51	Módulo Elast. Mpa	12400,0	VIENTO			Ancho(m)	0,115	diametro (mm)	9,52	Peso Operario (N)	980			
Ø tierra (cm)	26,74	Peso del poste N	6867,0	Velocidad km/h	94	Peso (N)	300	Carga de Rotura (N)	68430	Altura de aplicación 1	9,10	Peso Extra (SE, C)	980		
				Presión N/m²	310				factor de seguridad	1,22	Carga de Tranajo (N)	56091			

Vano	Tiro Horiz.I-N	Tiro Horiz.II-N	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. ≥ 2.05	Feq-N	F.S. ≥ 2.05	F.S. ≥ 2.05	Requer. de Reten.	Número de Retenidas x Poste	Carga Vertic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1,76
Viento (m)	Condición max Esf Conductor	Condición max Esf CG	MV sobre cond y aisladores	Momento carga sob. conduct.	Momento Viento sob. Estructura	Momento total Estructura	Esfuerzo en la línea de tierra	Factor Seg. Esfuerzo S/Retenida	Fuerza Equiv. Punta	Factor Seg. Esfuerzo en la punta	Factor Seg. Esfuerzo C/Retenida				

ESTRUCTURA DE ANLAJE P3A2-3G 0°-30°

V. Peso/V. Viento **2.00**
Máximo ángulo (°) **15.00**

910	13582,2	14768,8	36518,26	287884,50	3867,37	328270,12	174,94	0,29	36.073,64	2,32	2,32	SI	4,00	66905,80	1,91
920	13595,2	14776,5	36913,00	288090,37	3867,37	328870,73	175,26	0,29	36139,64	2,30	2,30	SI	4,00	67098,65	1,91
930	13607,9	14783,9	37307,73	288290,18	3867,37	329465,27	175,57	0,28	36204,98	2,28	2,28	SI	4,00	67290,62	1,90
940	13620,3	14791,2	37702,47	288486,07	3867,37	330059,90	175,89	0,28	36269,88	2,25	2,26	SI	4,00	67482,01	1,90
950	13632,3	14798,3	38097,21	288676,03	3867,37	330640,60	176,20	0,28	36334,13	2,23	2,24	SI	4,00	67672,54	1,89
960	13644,1	14805,2	38491,94	288861,93	3867,37	331221,24	176,51	0,28	36397,94	2,21	2,21	SI	4,00	67862,48	1,89
970	13655,6	14811,9	38886,68	289042,85	3867,37	331796,90	176,82	0,28	36461,20	2,19	2,19	SI	4,00	68051,69	1,88
980	13666,8	14818,5	39281,42	289219,85	3867,37	332368,64	177,12	0,28	36524,03	2,17	2,17	SI	4,00	68240,33	1,88
990	13677,7	14824,9	39676,16	289391,87	3867,37	332936,39	177,42	0,28	36586,31	2,15	2,15	SI	4,00	68428,24	1,87
1000	13688,4	14831,2	40070,89	289560,91	3867,37	333499,17	177,72	0,28	36648,26	2,13	2,14	SI	4,00	68615,72	1,87

Fuente: Cía Minera Minaspampa



TABLA 3.13

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA

DATOS DEL POSTE			DATOS DEL CONDUCTOR		DATOS DEL CABLE DE GUARDA		DATOS DEL AISLADOR		PANDEO		
TIPO DE POSTE:	13m-D5		tipo	AAAC-120mm2	Tipo	AG-50mm2	Tipo	Suspensión 3x52/3		Ø punta (cm)	17,51
Long. del poste (m)	13,0	Coef. del Material (K)	1	Secc. mm²	120	sección (mm2)	51,14	Long.mm	750	Ø tierra (cm)	26,74
Long. de empot. (m)	1,9	Momento Inercia cm⁴	6.402	Diám. mm	14,25	Diám. mm	9,52	Ø mm	254	Ø amarre (cm)	19,00
Altura útil poste (m)	11,1	Factor de Seguridad	2.05	Peso unit.N/m	3.2732	Peso unit.N/m	3,98	Peso N	164,2	P*	1,98
Circ. en punta (cm)	55,0	Carga Rotura N	8441,7			Alt. C.G.	10,83	F.Vie/Ais N	59,11	Carga Critica (N)	125890,35
Circ. línea tierra (cm)	84,0	Carga Trabajo N	4.118		0,00	DATOS DE LA CRUCETA		RETENIDA TIPO		DATOS GENERALES	
Sección Empot. (cm²)	561	Esfuerzo Máx. Mpa	50,0	Alt. Cond.3 m	9,55	Longitud (m)	tipo	EHS-50mm2		Peso Cruceta (N)	300
Ø punta (cm)	17,51	Módulo Elast. Mpa	12400,0	VIENTO		Ancho(m)	diametro (mm)	9,52		Peso Operario (N)	980
Ø tierra (cm)	26,74	Peso del poste N	6867,0	Velocidad km/h	94	Peso (N)	Carga de Rotura (N)	68430		Peso Extra (SE, C)	980
				Presión N/m²	310		Altura de aplicación 1	9,30			
							factor de seguridad	1,22			
							Carga de Tranajo (N)	56091			

Vano Viento (m)	Tiro Horiz.I-N Condición max Esf Conductor	Tiro Horiz.I-N Condición max Esf CG	MVC N-m MV sobre cond y aisladores	MTC N-m Momento carga sob. conduct.	MVP N-m Momento Viento sob. Estructura	MRN N-m Momento total Estructura	RH (MPa) Esfuerzo en la línea de tierra	F.S. ≥ 2.05 Factor Seg. S/Retenida	Feq-N Fuerza Equiv. Punta	F.S. ≥ 2.05 Factor Seg. Esfuerzo en la punta	F.S. ≥ 2.05 Factor Seg. Esfuerzo C/Retenida	Requer. de Reten.	Número de Retenidas x Poste	Carga Vertic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1,76
-----------------	--	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--	----------------------------------	---	------------------------------------	---------------------------	--	---	-------------------	-----------------------------	-----------------------	------------------------

ESTRUCTURA DE ANCLAJE PA3-3G 30°-90°

V. Peso/V. Viento 2,00
Máximo ángulo (°) 90,00

910	13582,2	14768,8	15776,03	289582,27	1967,20	307325,49	163,78	0,31	33045,75	5,28	5,29	SI	2,00	62887,66	2,00
920	13595,2	14776,5	15946,54	289789,77	1967,20	307703,51	163,98	0,30	33086,40	5,23	5,24	SI	2,00	63046,86	2,00
930	13607,9	14783,9	16117,05	289991,16	1967,20	308075,41	164,18	0,30	33126,39	5,18	5,19	SI	2,00	63205,19	1,99
940	13620,3	14791,2	16287,56	290188,61	1967,20	308443,36	164,37	0,30	33165,95	5,13	5,14	SI	2,00	63362,96	1,99
950	13632,3	14798,3	16458,07	290380,06	1967,20	308805,33	164,56	0,30	33204,87	5,09	5,09	SI	2,00	63519,88	1,98
960	13644,1	14805,2	16628,58	290567,45	1967,20	309163,23	164,76	0,30	33243,36	5,04	5,05	SI	2,00	63676,21	1,98
970	13655,6	14811,9	16799,10	290749,80	1967,20	309516,09	164,94	0,30	33281,30	4,99	5,00	SI	2,00	63831,82	1,97
980	13666,8	14818,5	16969,61	290928,20	1967,20	309865,01	165,13	0,30	33318,82	4,95	4,95	SI	2,00	63986,88	1,97
990	13677,7	14824,9	17140,12	291101,58	1967,20	310208,90	165,31	0,30	33355,80	4,90	4,91	SI	2,00	64141,21	1,96
1000	13688,4	14831,2	17310,63	291271,96	1967,20	310549,79	165,49	0,30	33392,45	4,86	4,87	SI	2,00	64295,12	1,96

TABLA 3.15

CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LA LÍNEA HUAMACHUCO - MINASPMAPA

DATOS DEL POSTE			DATOS DEL CONDUCTOR			DATOS DEL CABLE DE GUARDA			DATOS DEL AISLADOR			PANDEO			
TIPO DE POSTE:	15m-400kg		tipo	AAAC-120mm2		Tipo	AG-50mm2		Tipo	PIN 56/4		Ø punta (cm)	21,00		
Long. del poste (m)	15,0	Coef. del Material (K)	1	Secc. mm ²	120	sección (mm ²)	51,14	Long. mm	241	Ø tierra (cm)	40,80	Ø amarre (cm)	27,14		
Long. de empot. (m)	2,1	Momento Inercia cm ⁴	26.631	Diám. mm	14,25	Diám. mm	9,52	Ø mm	304	P*	2,26	Carga Crítica (N)	728198,17		
Altura útil poste (m)	12,9	Factor de Seguridad	2.05	Peso unit.N/m	3,2732	Peso unit.N/m	3,98	Peso N	106,9						
Circ. en punta (cm)	66,0	Carga Rotura N	7840,0	Alt. Cond.1 m	11,80	Alt. C.G.	13,00	F.Vie/Ais N	22,73						
Circ. línea tierra (cm)	128,2	Carga Trabajo N	3.824	Alt. Cond.2 m	10,60	DATOS DE LA MENSULA			RETENIDA TIPO		IV		DATOS GENERALES		
Sección Empot. (cm ²)	1307	Esfuerzo Máx. Mpa	210,0	Alt. Cond.3 m	9,40	Longitud (m)	1,5	tipo	EHS-50mm2	Peso Mensula(N)	980				
Ø punta (cm)	21,00	Módulo Elast. Mpa	10200,0	VIENTO			Ancho(m)	0,3	diametro (mm)	9,52	Peso Operario (N)	980			
Ø tierra (cm)	40,80	Peso del poste N	14504,0	Velocidad km/h	94	Peso (N)	980	Carga de Rotura (N)	68430	Peso Extra (SE, Capac)	980				
				Presión N/m ²	310				Altura de aplicación 1	8,90					
										factor de seguridad	1,22				
										Carga de Tranajo (N)	56091				

Vano	Tiro Horiz.I-N	Tiro Horiz.I-N	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. ≥ 2,05	Feq-N	F.S. ≥ 2,05	F.S. ≥ 2,05	Requer. de Reten.	Número de Retenidas x Poste	Carga Vertic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1,76
Viento (m)	Condición max Esf Conductor	Condición max Esf CG	MV sobre cond y aisladores	Momento carga sob. conduct.	Momento Viento sob. Estructura	Momento total Estructura	Esfuerzo en la línea de tierra	Factor Seg. Esfuerzo S/Retenida	Fuerza Equiv. Punta	Factor Seg. Esfuerzo en la punta	Factor Seg. Esfuerzo C/Retenida				

ESTRUCTURA DE RETENCIÓN PSVE-3G 0°-20°

V. Peso/V. Viento **2,00**
 Máximo ángulo (°) **20,00**

100	8943,01	12498,8	9160,24	223436,06	6910,25	239506,55	35,92	5,85	18.566,40	6,29	s/Retenida	NO	0,00	17674,75	41,20
110	9085,45	12544,2	10015,04	225995,96	6910,25	242921,24	36,44	5,76	18831,10	5,98	s/Retenida	NO	0,00	17812,74	40,88
120	9227,82	12591,7	10869,83	228568,39	6910,25	246348,48	36,95	5,68	19096,78	5,69	s/Retenida	NO	0,00	17950,74	40,57
130	9369,14	12640,9	11724,63	231135,18	6910,25	249770,06	37,46	5,61	19362,02	5,43	s/Retenida	NO	0,00	18088,74	40,26
140	9508,7	12691,5	12579,43	233683,08	6910,25	253172,77	37,97	5,53	19625,80	5,19	s/Retenida	NO	0,00	18226,73	39,95
150	9645,92	12743,2	13434,23	236200,93	6910,25	256545,41	38,48	5,46	19887,24	4,97	s/Retenida	NO	0,00	18364,73	39,65
160	9780,39	12795,5	14289,03	238678,95	6910,25	259878,24	38,98	5,39	20145,60	4,77	s/Retenida	NO	0,00	18502,72	39,36
170	9911,83	12848,4	15143,83	241112,70	6910,25	263166,78	39,47	5,32	20400,53	4,59	s/Retenida	NO	0,00	18640,72	39,06
180	10040	12901,5	15998,63	243495,75	6910,25	266404,63	39,96	5,26	20651,52	4,41	s/Retenida	NO	0,00	18778,72	38,78
190	10164,8	12954,5	16853,43	245824,57	6910,25	269588,25	40,43	5,19	20898,31	4,26	s/Retenida	NO	0,00	18916,71	38,49

Fuente: Cía Minera Minas pampa

3.9.2 Resultados del cálculo de la cimentación de postes

➤ CALCULO DE LAS CIMENTACIONES DE POSTES (TERRENO I)

Poste de Madera de 13m Clase 5

Para el cálculo de las cimentaciones de los postes de madera se usara la siguiente metodología:

Diámetro del poste en la base (D)	32.3 cm
Longitud del poste (L)	13.00 m
Fuerza horizontal (cable de guarda, tiro de conductores)	4274 N
Carga de rotura (Cr)	10585 N
Peso del poste (Wb)	6376.5 N
Peso total de conductores, cable de guarda (Pc)	8085 N
Peso extra (aisladores, crucetas, retenidas) (Pe)	22705 N
Longitud de empotramiento (h)	1.90 m
Altura útil del poste (H)	10.80 m
Peso vertical total (Wt)	37167 N
Reacción 1	50568 N
Reacción 2	46294 N

Metodología

Como el sistema se encuentra en equilibrio se debe cumplir que:

$$\sum F_h = 0 \quad \sum M_o = 0$$

$$F - R_1 + R_2 = 0; \quad R_2 = R_1 - F \quad \dots(1)$$

$$F(H + 2 * h/3) - R_1(h/3) - R_2(2 * h/9) = 0 \dots(2)$$

$$\text{De (1): } R_1 = F/(5h) * (9H + 8h) \dots(3)$$

$$\text{De (2): } R_2 = F/(5H) * (9H + 3h) \dots(4)$$

$$R_1 = 50568 \quad R_2 = 46294$$

$$A_2 = D * h/3 \sigma_2 = R_2/A_2 \sigma_2 = 2.23 \frac{kg}{cm^2}$$

$$A_1 = D * h * 2/3 \sigma_1 = R_1/A_1 \sigma_1 = 1.22 \frac{kg}{cm^2}$$

La capacidad portante del terreno normal es de 2.50 y 4.00 kg/cm² según datos del laboratorio; pero para este tipo de terreno corresponde al conglomerado, para lo cual se realizara la compactación con ese mismo material propio entonces se tendrá una capacidad admisible para material del 5 kg/cm².

Finalmente:

$$\sigma_1 = 1.22 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_t = 5 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_2 = 2.23 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_t = 5 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

➤ **CALCULO DE LAS CIMENTACIONES DE POSTES (TERRENO II)**

Poste de Madera de 13m Clase 5

Para el cálculo de las cimentaciones de los postes de madera se usara la siguiente metodología:

Diámetro del poste en la base (D)	32.3 cm
Longitud del poste (L)	13.00 m
Fuerza horizontal (cable de guarda, tiro de conductores)	4274 N
Carga de rotura (Cr)	10585 N
Peso del poste (Wb)	6376.5 N
Peso total de conductores, cable de guarda (Pc)	8085 N
Peso extra (aisladores, crucetas, retenidas) (Pe)	22705 N
Longitud de empotramiento (h)	1.90 m
Altura útil del poste (H)	10.80 m
Peso vertical total (Wt)	37167 N
Reacción 1	53425 N
Reacción 2	49151 N

Metodología

Como el sistema se encuentra en equilibrio se debe cumplir que:

$$\sum F_h = 0 \quad \sum M_o = 0$$

$$F - R_1 + R_2 = 0; \quad R_2 = R_1 - F \quad \dots\dots(1)$$

$$F(H + 2 * h/3) - R_1(h/3) - R_2(2 * h/9) = 0 \dots\dots(2)$$

$$\text{De (1): } R_1 = F/(5h) * (9H + 8h) \dots\dots(3)$$

$$\text{De (2): } R_2 = F/(5H) * (9H + 3h) \dots\dots(4)$$

$$R_1 = 53425 \quad R_2 = 49151$$

$$A_2 = D * h/3 \quad \sigma_2 = R_2/A_2 \quad \sigma_2 = 2.49 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_1 = D * h * 2/3 \quad \sigma_1 = R_1/A_1 \quad \sigma_1 = 1.36 \text{ kg/cm}^2$$

La capacidad portante del terreno en roca se aproximara en 8 kg/cm^2 (puede tener mayor resistencia, caso desfavorable)

Finalmente:

$$\sigma_1 = 1.36 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_t = 8 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_2 = 2.49 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_t = 8 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

3.9.3 Resultados del cálculo del bloque de concreto de retenidas

Angulo: 37 grados sex		RETENIDA SIMPLE	
ítem	magnitud	valor	und
1.00 Datos de la excavación de la retenida:			
	ϕ	37.00	sex
	F a vencer	45833.30	N
Datos Geométricos			
	S	0.90	m
	D	0.90	m
	H	2.00	m
	F	1.20	m
2.00 Datos del Bloque de Concreto			
	L	0.50	m
	B	0.50	m
	P	0.20	m
	Área sección lateral:	2.34	m ²
		0.10	m ²
		0.06	m ²
		0.17	m ²
		0.02	m ²
		0.34	
	Area neta	2.00	m ²
	Volumen total relleno	2.40	m ³
3.00 Datos del relleno			
	Densidad del relleno	1700.00	Kg/m ³
	μ	0.50	adim
	Ka	0.30	adim
	Masa del relleno	4071.77	Kg
	Peso del relleno	39944.11	N
	Peso bloque concreto	1177.20	N
	Peso Total "W"	41121.31	N
4.00 Cálculo de Fuerzas Opositoras			
	W Cos ϕ	32840.90	N
	W Sen ϕ	24747.47	N
	F rozamiento frontal	12373.74	N
	F rozamiento lateral	7192.17	N
	(caras der. e izq.)		
	F rozamiento posterior	9589.56	N
	F Total Oposición	69188.53	N
	F.S. > 1,20	1.51	
	¡ CORRECTO !		

Angulo: 37 grados sex		RETENIDA DOBLE	
item	magnitud	valor	und
1.00	Datos de la excavación de la retenida:		
	\emptyset	37.00	sex
	F a vencer	58767.50	N
	Datos Geométricos		
	S	0.90	m
	D	0.90	m
	H	2.00	m
	F	1.20	m
2.00	Datos del Bloque de Concreto		
	L	0.50	m
	B	0.50	m
	P	0.20	m
	Area sección lateral:	2.34	m2
		0.10	m2
	A (a restar)	0.06	m2
		0.17	m2
		0.02	m2
		0.34	
	Area neta	1.996	m2
	Volumen total relleno	2.40	m3
3.00	Datos del relleno		
	Densidad del relleno	1700.00	Kg/m3
	μ	0.50	adim
	Ka	0.30	adim
	Masa del relleno	4071.77	Kg
	Peso del relleno	39944.11	N
	Peso bloque concreto	1177.20	N
	Peso Total "W"	41121.31	N
4.00	Cálculo de Fuerzas Opositoras		
	W Cos \emptyset	32840.90	N
	W Sen \emptyset	24747.47	N
	F rozamiento frontal	12373.74	N
	F rozamiento lateral	7192.17	N
	(caras der. e izq.)		
	F rozamiento posterior	9589.56	N
	F Total Oposición	69188.53	N
	F.S. > 1,20	1.28	
	¡ CORRECTO !		

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS

4.1 POSTES DE CONCRETO ARMADO

4.1.1 ALCANCE

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de postes de concreto armado que se utilizarán en líneas.

4.1.2 NORMAS APLICABLES

Los postes materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

INDECOPI NTP 339.027 POSTES DE HORMIGÓN (CONCRETO)
ARMADO PARA LÍNEAS AÉREAS

4.1.3 CONDICIONES AMBIENTALES

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

- | | | |
|----------------------------------|---|--------------|
| - Altitud sobre el nivel del mar | : | hasta 4100 m |
| - Humedad relativa | : | 50 a 95% |
| - Temperatura ambiente | : | 12 °C |
| - Contaminación ambiental | : | moderada |

4.1.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS POSTES

Los postes de concreto armado serán centrifugados y tendrán forma troncocónica; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y escoriaciones; tendrán las características y dimensiones que se consignan en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

La relación de la carga de rotura (a 0,15 m debajo de la cima) y la carga de trabajo será igual o mayor a 2.

A 3 m de la base del poste, en bajo relieve, deberá implementarse una marca que permita inspeccionar la profundidad de empotramiento luego de instalado el poste.

Los postes deberán llevar impresa con caracteres legibles e indelebles y en lugar visible, cuando estén instalados, la información siguiente:

a) Marca o nombre del fabricante

b) Designación del poste : $l/c/d/D$; donde:

l = longitud en m

c = carga de trabajo en daN con coeficiente de seguridad 2

d = diámetro de la cima en mm

D = diámetro de la base, en mm

c) Fecha de fabricación

4.1.5. PRUEBAS

Las pruebas se efectuarán en las instalaciones del fabricante, en presencia de un representante del Propietario a quien se le brindará todos los medios que le permitan verificar que los postes se suministran de acuerdo con la norma indicada en el numeral 2.

Los instrumentos y equipos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado, lo cual deberá ser verificado por el representante del Propietario antes de la realización de las pruebas.

4.1.5.1 Pruebas de recepción

Las pruebas de recepción de los postes serán las siguientes:

Inspección visual

Verificación de dimensiones

Ensayo de carga

Ensayo de rotura

El costo de los ensayos y la del representante del Propietario estará incluido en el precio propuesto por el Postor.

TABLA 4.1 DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

POSTES DE CONCRETO

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	TIPO		CENTRIFUGADO	CENTRIFUGADO
3.0	NORMASDEFABRICACION		INDECOPI NTP-339-027	
4.0	LONGITUDDELPOSTE	m	15	15
5.0	DIAMETROENLACIMA	mm	210	210
6.0	DIAMETROENLABASE	mmd	435	435
7.0	CARGADEFUNCIÓN0,15mDELACIMA	aN	400	400
8.0	COEFICIENTEDESEGURIDAD		2	2
9.0	MASAPORUNIDAD	kg		

Fuente: Norma DGE Especificaciones Técnicas para Suministro de Materiales

4.2 POSTES DE MADERA PROCEDENCIA NACIONAL PARA LÍNEAS

4.2.1. ALCANCE

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para el dimensionamiento, definición de propiedades, fabricación, tratamiento, inspección, pruebas y entrega de postes de madera de procedencia nacional que se utilizarán en la Línea.

4.2.2. NORMAS APLICABLES

Los postes, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

ITINTEC 251.022 Requisitos generales para Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía.

ITINTEC 251.023 Ensayo de Rotura

ITINTEC 251.024 Postes de Eucalipto para Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía – Eucalyptusglobulus.

ITINTEC 251.026 Penetración y retención de los preservadores en la madera

ITINTEC 251.027 Comprobación del valor tóxico y permanencia del preservante

ITINTEC 251.034 Preservación de madera - métodos a presión

ITINTEC 251.035 Preservante y retención

4.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES

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

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4100 m

- Humedad relativa : 50 a 95%
- Temperatura ambiente : 12 °C
- Precipitación pluvial : moderada

4.2.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

4.2.4.1 Especie forestal

Los postes procederán de madera en verde de primer corte y serán fabricados de la especie forestal comprendida en las normas indicadas en el numeral 2, cuyas características deberán ser iguales o superiores a las exigidas en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados que forman parte de la presente especificación.

No se aceptará la fabricación de postes provenientes de rebrotes.

4.2.4.2 Defectos prohibidos

Los postes deben estar libres de los defectos prohibidos que se indican en las normas señaladas en el numeral 2.

4.2.4.3 Defectos tolerables y limitados

Se aceptarán los defectos tolerables que se especifican en las normas indicadas en el numeral 2; además, se deberá cumplir con los requisitos siguientes:

Nudos

No se aceptarán ningún tipo de nudos en el tramo longitudinal de 600m (24”) sobre la Línea de tierra y 600 mm (24”) debajo de la Línea de

Tierra.

No se aceptarán nudos con madera podrida.

Los diámetros de los nudos en los postes serán medidos en forma perpendicular al eje longitudinal del poste.

Curvatura

La flecha máxima admisible en postes con una curvatura en un plano y una sola dirección medidos de acuerdo al numeral 6.1.1.1.1 de la norma ITINTEC 251. 022 , serán las mostradas en el siguiente

Cuadro:

POSTE (m)	FLECHA (mm)
13 m	110

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

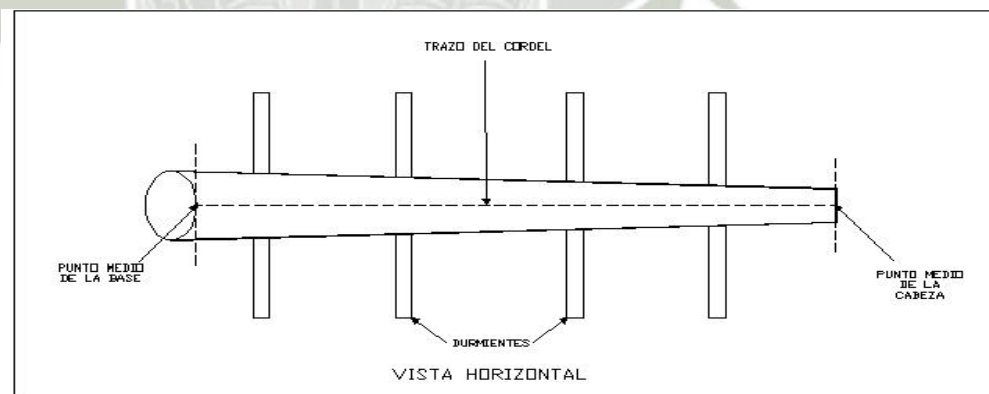


Figura 4.2.1 Trazo del cordel sobre el poste para verificar si la línea recta se encuentra dentro del cuerpo del post

No se aceptarán postes con torcedura o doble torcedura indicados en la figura 2, casos a, b y c de la norma ITINTEC 251.022.

Rajadura y Grietas

Se aceptarán grietas longitudinales en cualquier punto del poste, si éstas tuvieran una abertura y longitud menores a 9 mm (3/8”) y 1 200 mm (48”) respectivamente, medidas después del secado y antes de su tratamiento de preservación.

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

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

Cicatrices

No se aceptará ningún tipo de cicatrices.

Ataque de Insectos

No se aceptará ataque de insectos de ningún tipo (galerías, perforaciones etc).

4.2.4.4 Fabricación

Los postes se fabricarán de acuerdo con las normas señaladas en el numeral 2 de la presente

Especificación Técnica y además deben cumplir con lo siguiente:

Los postes serán fabricados de la especie forestal ofertada; en caso de incumplimiento, se rechazará todo el total de los postes.

El método de secado deberá ser propuesto por el proveedor para aprobación y conformidad del propietario.

Los postes serán sometidos a la inspección independiente después del secado (al horno o medio ambiente) y deberán ser preservados en un periodo no mayor a 5 días calendario después de su inspección.

Los postes serán marcados en dos partes de acuerdo con el numeral 7.8 de la norma ITINTEC 251.022, la primera en la sección de la base y la segunda a tres metros de la base, impreso en bajo relieve utilizando un equipo quemador.

Los postes deberán tener placas anticuardeo metálicas galvanizadas en las secciones de la base y cabeza.

Los postes serán enteros, no presentarán perforaciones ni incisiones; los cortes de la base y de la cabeza serán perpendiculares al eje del poste.

4.2.4.5 Dimensiones

Las dimensiones de los postes estarán de acuerdo con la norma ITINTEC 251.022; además, se deberá cumplir con los requisitos siguientes:

La circunferencia en la parte superior del postes será medida a 25,4 mm (1") debajo de la cabeza.

Se aceptará una circunferencia máxima en la Línea de Tierra, igual o menor a la

circunferencia mínima de la Clase correspondiente inmediata superior especificada en las normas indicadas en el numeral 2.

La longitud real de los postes no deberá ser menor a 75 mm (3”) o mayor a 150 mm (6”) respecto a la longitud nominal de los mismos.

El fabricante deberá proporcionar a la Inspección Independiente información acerca de las mediciones de circunferencia y longitud hechas por cada lote de postes antes del secado, a fin de que pueda efectuarse la verificación en un tamaño de muestra que corresponda.

La circunferencia mínima en la cabeza y Línea de Tierra no deberá ser menor a la especificada en las normas indicadas en el numeral 2.

4.2.4.6 Características del material requerido

Los postes que el proveedor oferte deberán cumplir con las características consignadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados y serán sustentadas con las normas indicadas en el numeral 2 de esta especificación.

4.2.4.7 Preservación

Los postes deberán ser preservados a Vacío - Presión de acuerdo con las Normas indicadas en el numeral 2, aceptándose únicamente los siguientes tipos de preservante y valores de retención y penetración:

- CCA-Tipo C, con la composición química y pureza indicada en la norma 251.035, con una retención mínima 12,8 kg/m³ y con una penetración de mínima 25 mm en el total de la albura.

Todos los postes deberán tener una placa metálica o marca en bajo relieve que consigne el número de carga que le corresponde.

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

Se muestrearán 20 postes por carga y se tomará una muestra por poste a 3 050 mm de la base, 10 de estas servirán para el análisis de retención y las otras 10 muestras para verificar la penetración.

La penetración en las 10 muestras se verificará de acuerdo a las normas indicadas en el numeral 2, si se encontrara que una de las muestras no cumple con la penetración requerida en esta especificación se rechazará la carga.

4.2.5.-INSPECCIÓN Y PRUEBAS

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

Los costos que demande las inspecciones estarán incluidos en los precios cotizados por el proveedor.

4.2.5.1.-Inspección independiente en fábrica

Para la inspección independiente, el proveedor propondrá como mínimo, tres (03) empresas o profesionales especializados en inspección de postes de madera, quienes deberán demostrar haber efectuado inspecciones a un mínimo de 1000 postes tratados a Vacío Presión; además presentará carta original sellada y firmada por su representante declarando conocer la presente Especificación

Técnica y estar apto para realizar la inspección de los postes.

De las tres (03) empresas o profesionales propuestos, el propietario seleccionará una; el costo de la inspección independiente será asumido por el proveedor. El proveedor en coordinación con la inspección independiente presentará el protocolo de inspección, para la revisión y conformidad del propietario.

En un plazo máximo de diez (10) días luego de emitida la Orden de Compra o de puesta en vigencia del Contrato de fabricación, el proveedor presentará a la inspección independiente y al propietario el Cronograma de producción mensual de los postes, señalando las cantidades en cada etapa de producción.

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

a) Inspección antes del tratamiento

Previamente al proceso de secado de cada lote, verificará, certificará e informará al propietario que los postes a suministrar son de la especie forestal ofertada y de primer corte. El fabricante brindará al inspector independiente las facilidades y correrá con los gastos que éstas demanden.

Verificará y aprobará las dimensiones de los postes en condición verde de acuerdo con la presente

Especificación Técnica.

Verificará y aprobará el proceso de secado y el contenido de humedad de los postes por el método propuesto por el proveedor, de acuerdo con las normas señaladas en el numeral 2 y la presente

Especificación Técnica.

Verificará y aprobará los postes cuyos defectos permisibles y fabricación estén de acuerdo con la presente Especificación Técnica.

Estampará en la base de los postes, una marca bajo relieve en señal de aprobación por parte de la inspección independiente.

b) Inspección durante el tratamiento de preservación

Antes de iniciar el preservado, la inspección independiente verificará y aprobará la calidad del preservante que se utilizará en el proceso de tratamiento a costo del proveedor.

Verificará el proceso de tratamiento de preservación de los postes de acuerdo con la norma de tratamiento indicada en el numeral 2 de la presente Especificación Técnica.

Tomará muestras para determinar la penetración y la retención por cada carga, de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.7 de la presente Especificación Técnicas y utilizará un laboratorio especializado para el análisis respectivo a costo del proveedor.

c) Inspección después del tratamiento de preservación

Verificará que todos los postes tengan la placa metálica o marca en bajo relieve que consigne el número de carga que le corresponde.

Verificará la penetración y el análisis de retención que el fabricante registra en las hojas de carga del total de postes a suministrar.

Verificará el tratamiento de preservación, secado y defectos de acuerdo con las normas señaladas en el numeral 2y la presente Especificación Técnica, los postes aprobados deberán ser marcados por la inspección independiente con su sigla a bajo relieve en la cabeza del poste.

d) Verificaciones de la Inspección Independiente

Las verificaciones que efectúe la inspección independiente, cubrirán las diferentes etapas de calificación física y fabricación de los postes,y serán efectuadas tomando muestras aleatorias de los postes por una cantidad equivalente al 15% de los postes a ser suministrados. Durante este procesode verificación, se rechazará el lote inspeccionado al encontrarse un porcentaje igual o mayor al 5% de postes defectuosos del total de la muestra.

Previamente al muestreo del tratamiento, el fabricante brindará a la inspección independiente lainformación sobre el preservado de cada carga, presentando las hojas de carga, la evaluación de penetración y el análisis de retención.

La inspección independiente seleccionará una muestra equivalente, como mínimo, al 15% del totalde cargas por lote.

Si una de las cargas inspeccionadas no cumpliera con lo requerido en la presente Especificación Técnica, será rechazada. Consecuentemente, la inspección independiente deberá verificar todas las cargas a costo del proveedor y sin perjuicio del propietario. Se rechazará todo el suministro si el proveedor no aceptara, o no diera las facilidades a la inspección independiente para verificar todas las cargas, o si la inspección independiente comprueba que el 5% o más del número total de cargas verificadas no cumplen con la presente Especificación Técnica.

Las cargas en las cuales la cantidad de postes rechazados sea menor al 5% del número total del lote, estos deberán ser reemplazados por el fabricante, los que deben ser previamente verificadas de acuerdo con la presente Especificación Técnica y aprobados por la inspección independiente.

Diez (10) días antes de la inspección del propietario en fábrica, la inspección independiente entregará el informe final al propietario indicando en forma detallada la inspección, verificación y control realizados, en cada etapa del proceso de producción, mediante el cual sustentará la aprobación del 100% de los postes.

Verificará y firmará en señal de aprobación y conformidad las hojas de carga y sus respectivos resultados de retención y penetración por carga, los certificados de la especie forestal, fabricación y tratamiento que remita el proveedor al propietario.

4.2.5.2 Inspección del propietario en fábrica

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

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

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

La inspección del propietario desarrollará las siguientes actividades en la fábrica del proveedor:

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

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

El fabricante dará a la inspección del propietario las facilidades de acceso a todos los procesos de manufactura y tratamiento de los postes; asimismo, deberá brindar los materiales y equipos para las pruebas de humedad, penetración y retención, previa sustentación de su calibración. Los rechazos y modificaciones a los que se refieren los numerales 5.1 y 5.2, no generarán mayores costos al propietario.

4.2.6. ENTREGA

Los postes deberán ser entregados en los almacenes del propietario, apilados de acuerdo a la norma ITINTEC 251.022; bajo la modalidad de “Apilado Cruzado Bajo Sombra” (base – cabeza), hasta ocho camas; los durmientes y cuñas que se utilicen serán de madera aserrada tratada.

El apilado debe ser ejecutado por el proveedor utilizando grúa y montacargas con accesorios que eviten daños a los postes. Se evitará defectos por daños mecánicos ocasionados durante su transporte, indicados en la norma ITINTEC 251.022. Los postes apilados deberán ser protegidos con toldos de yute de color claro, instalados a 100 centímetros sobre la última cama de postes.

El comprador se reserva el derecho a rechazar, en el punto de entrega o en destino final, si alguno de los postes no se ajusta a la presente especificación.

El proveedor asumirá el reemplazo de los postes que, posteriormente a su apilado y hasta 60 días después, hayan adquirido defectos de grietas, rajaduras o forma no aceptadas por las normas indicadas en el numeral 2 de esta especificación; los gastos que ocasiona esta reposición deberán ser de cuenta del proveedor.



Fig. 4.2.1 Apilado de postes de madera en el almacén del propietario

**TABLA 4.2 DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS PARA POSTE DE MADERA
DE PROCEDENCIA NACIONAL**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	ESPECIE FORESTAL			
	NOMBRE BOTANICO			
	NOMBRE COMERCIAL			
3.0	GRUPO			
4.0	CLASE		5	5
5.0	LONGITUD	m	13	
6.0	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA CABEZA	cm	(*)	65.97
6.1	CIRCUNFERENCIA MAXIMA EN LA CABEZA	cm	(*)	
7.0	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA LINEA DE TIERRA	cm	(*)	128.18
7.1	CIRCUNFERENCIA MAXIMA EN LA LINEA DE TIERRA	cm	(*)	
8.0	ESFUERZO MAXIMO DE FLEXION(++)	Mpa kN	40	50
9.0	CARGA DE ROTURA(++)	MPa	8,44	
10.0	MODULO DE ELASTICIDAD (++)		10200	
11.0	MÉTODOS DE TRATAMIENTO PRESERVANTE		VACIO-PRESION	
12.0	SUSTANCIA PRESERVANTE	kg m ³	CCA-C	
13.0	RETENCION MINIMA DEL PRESERVANTE CCA-C	mm/%	12,80	
14.0	PENETRACION MINIMA DEL PRESERVANTE		25/ 100	
15.0	NORMAS DE FABRICACION, TRATAMIENTO Y PRUEBAS	kg	ITINTEC 251.022 ITINTEC 251.023 ITINTEC 251.024 ITINTEC 251.026 ITINTEC 251.027 ITINTEC 251.034 ITINTEC 251.035	
16.0	MASA POR UNIDAD			
17.0	PROPUESTA DE TRES EMPRESAS PARA LA INSPECCION INDEPENDIENTE EN FABRICA			
	1.-			
	2.-			
	3.-			

4.3 CRUCETAS Y BRAZOS DE MADERA DE PROCEDENCIA NACIONAL

4.3.1. ALCANCE

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

4.3.2. NORMAS APLICABLES

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

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

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

4.3.3. CONDICIONES AMBIENTALES

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

-Altitud sobre nivel del mar	:	hasta 4100 m
-Humedad relativa	:	50 a 100%
-Temperatura ambiente	:	12 °C
-Precipitación pluvial	:	moderada

4.3.4 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL MATERIAL

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

4.3.4.1 Especie forestal

Las crucetas y brazos de madera de procedencia nacional serán fabricados de la especie forestal *Cedrelinga catenaeformis* denominada comercialmente Tornillo rojo.

La madera deberá ser de primer corte, de densidad selecta, cuyas características mecánicas deberán ser iguales o superiores a las consignadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

4.3.4.2 Defectos prohibidos

No se aceptarán las crucetas y brazos que presenten los siguientes defectos :
Rajaduras transversales o fracturas.

Nudos con podredumbre de madera. Madera de tensión.

Pudrición por hongos xilófagos.

Daños por insectos con galerías u orificios en racimo. Nudos agrupados.

Baja densidad o madera quebradiza.

Acebolladuras.

Aristas con cantos vivos. Presencia de nudos en las aristas. Presencia de médula.

4.3.4.3 Defectos limitados

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

No se admitirá agujeros de nudos, ni orificios producidos por insectos que exceda a 10 mm de diámetro y de 15 mm de profundidad (Figura N°1).

Tampoco se aceptarán orificios producidos por insectos o nudos que conecten diferentes caras de las crucetas y brazos

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

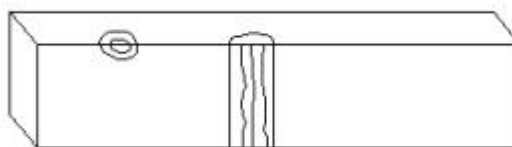


Fig. 4.3.1 Nudos ubicados en la arista y entre aristas

En cualquiera de las caras de las crucetas o brazos no se aceptarán nudos en racimo o en grupo.

La longitud de una grieta en cualquiera de las caras de la cruceta o brazo, no debe ser mayor a un octavo $1/8$ de la longitud nominal de la cruceta o brazo.

En cualquiera de las secciones finales, la longitud o profundidad de una sola grieta no debe ser mayor a la mitad ($1/2$) del ancho de la cruceta o brazo; o la suma de profundidades en las caras opuestas no debe ser mayor a la mitad ($1/2$) del ancho de la cruceta o brazo. En cualquiera de las secciones finales, la longitud de una rajadura debe ser mayor a la mitad ($1/2$) del ancho de la cruceta.

4.3.4.4 Secado

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

4.3.4.5 Fabricación

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

En las crucetas y brazos se aceptará una tolerancia de ± 3 mm ($\pm 1/8''$) en el

lado mayor de la sección (h) y hasta ± 2 mm en el lado menor (b), medidos a la mitad y en extremos.

La longitud de la cruceta y brazos no deberá ser menor ni mayor a 6 mm respecto a la nominal especificada.

Las crucetas y brazos no deberán presentar perforaciones de ningún tipo.

Se aceptará incisiones no mayores a 5 mm de profundidad en las crucetas y brazos.

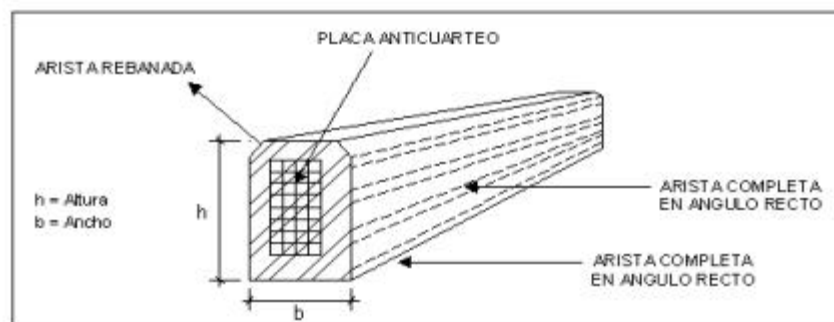


Fig. 4.3.2 Cruceta con chamfer en las aristas superiores, incisiones y partes de la sección

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

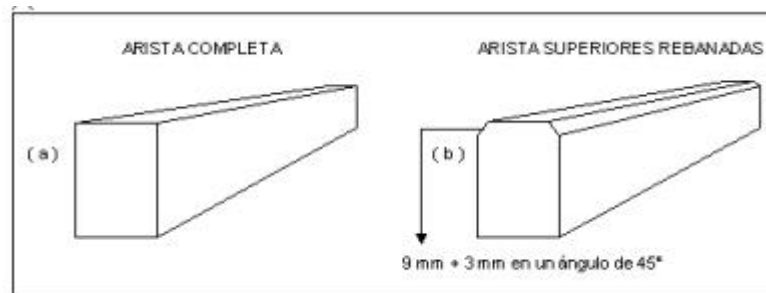


Fig. 4.3.3 Sección completa y rebanada de crucetas

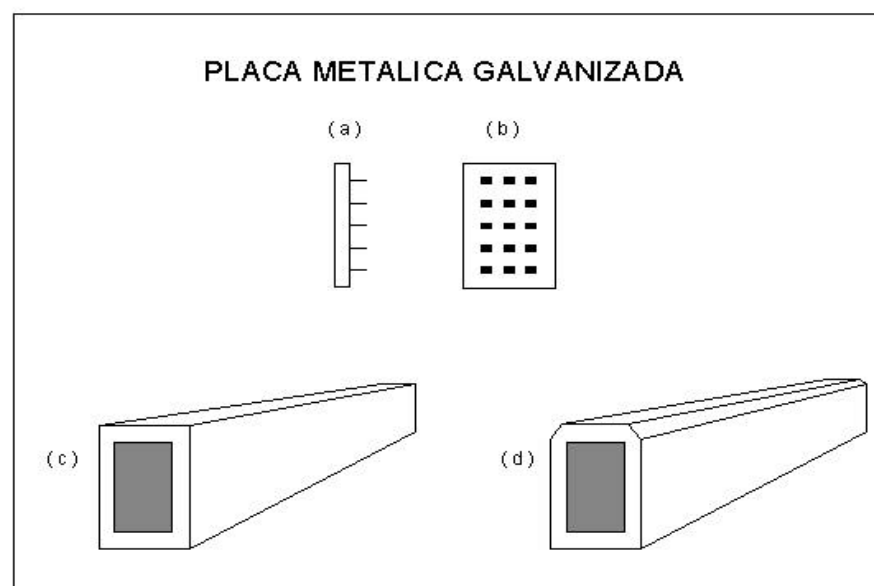


Fig. 4.3.4 Placas anticuardeo secciones finales de la cruceta

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

4.3.4.6 Preservado

Las crucetas y brazos deben ser preservados con compuestos hidrosolubles CCA –Cbajo el método vacío – presión, de acuerdo con las normas indicadas

en el numeral 2 de la presente Especificación. La retención mínima será de 4 kg/m³ en dirección al grano, con una penetración parcial irregular y absorción de buena a moderadamente permeable (PADT – REFORT).

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

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

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

4.3.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las crucetas y brazos que el proveedor oferte deberán cumplir con las características consignadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados de la presente especificación.

Las dimensiones solicitadas corresponden al acabado final.

4.3.6. MARCA

Todas las crucetas y brazos serán marcados con equipo quemador de manera legible y contendrán la siguiente información:

Nombre del fabricante o símbolo.

Año de fabricación.

Especie forestal de la madera.

Designación del preservante.

Retención del preservante.

4.3.7. INSPECCIÓN Y PRUEBAS

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

Los costos que demanden las inspecciones estarán incluidos en los precios cotizados por el proveedor.

4.3.7.1 Inspección independiente en fábrica

Para la inspección independiente, el proveedor propondrá como mínimo, tres (03) empresas o profesionales especializadas, quienes deberán demostrar haber efectuado inspecciones a un mínimo de 1000 crucetas y brazos a Vacío Presión; además presentarán carta original firmada declarando conocer la presente Especificación Técnica y estar apto para realizar la inspección de los postes. De los tres postores, el propietario seleccionará a una de ellas como inspectora independiente.

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

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

a) Inspección antes del tratamiento

Previamente al proceso de secado verificará, certificará e informará al propietario que las crucetas y brazos son de la especie forestal ofertada, de primer corte y de madera de densidad selecta. El fabricante dará al inspector independiente las facilidades y correrá con los gastos que éstas demanden.

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

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

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

b) Inspección durante el tratamiento de preservación

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

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

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

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

c) Inspección independiente después del tratamiento de preservación

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

Si los resultados de penetración y retención de una carga de cruceta y

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

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

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

d) Verificaciones de la inspección independiente

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

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

El proveedor emitirá un certificado, en original, de la especie forestal y el de la calidad de fabricación de las crucetas y brazos de acuerdo con las

normas descritas en el numeral 2 y la presente Especificación Técnica; el cual será visado por la inspección independiente. Incluirá las hojas de carga y sus respectivos resultados de retención por carga, firmados y aprobados por la inspección independiente.

4.3.7.2. Inspección del propietario en fábrica

El proveedor programará como mínimo, una inspección en fábrica por parte del propietario, cuyos costos (pasaje, alimentación, hospedaje y otros gastos) serán asumidos por el proveedor durante un periodo no menor de una semana, para verificar los trabajos realizados por el Fabricante y la Inspección independiente. Durante esta inspección, el proveedor informará a la inspección del propietario las cantidades de crucetas y brazos que se encuentran en estado húmedo, seco y tratado; y brindará las facilidades de materiales y equipos para el control de humedad y retención. La inspección del propietario desarrollará las siguientes actividades:

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

igual a cuatro (4).

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

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

4.3.8. ALMACENAMIENTO Y LUGAR DE ENTREGA

El Proveedor deberá entregar las crucetas y brazos en los almacenes del Propietario debidamente ordenados y apilados horizontalmente sobre durmientes de madera y cubiertos con un techo que ofrezca sombra permanente a cada ruma (Ver Figura N°6). Las condiciones de almacenamiento permitirán mantener el nivel, ventilación y protección de las crucetas y brazos contra los rayos solares y lluvia. El costo de las actividades de apilado, así como de los materiales y equipos necesarios para cumplir con este requerimiento, estarán incluidos en el costo total del suministro.

Será responsabilidad del Proveedor la carga, descarga y entrega de las

crucetas y brazos debidamente apilados sobre durmientes de madera;
cualquier deficiencia debida a un mal almacenaje será atribuido al Proveedor.

Para el apilado se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a) Las crucetas y brazos serán apilados sobre durmientes de madera preservada que los separe del suelo 20 cm en todos sus partes; se evitará desniveles a fin de no ocasionar deformaciones.
- b) Las crucetas y brazos apilados deberán mantenerse bajo sombra permanente y separadas con listones y filetes de madera entre hileras de crucetas y paquetes de tal manera que permita la libre circulación de aire.
- c) En la carga, descarga y apilado no se deberá usar maquinariay/o herramientas con puntas que dañen las crucetas y brazos.

El propietario se reserva el derecho de rechazar en destino final, las crucetas y brazos que no cumplan con esta Especificación Técnica; y si éstas superan el 2% del total de las crucetas y brazos, el proveedor deberá reponer el total de crucetas rechazadas en un período de un tercio (1/3) del plazo del contrato, los gastos que ocasionen esta reposición deberán ser de cuenta del proveedor. Asimismo, si el rechazo de crucetas y brazos defectuosos en destino final fuera igual o mayor al 20%, se rechazará todo el suministro, debiendo el proveedor gestionar y cubrir todo gasto de su reexportación en un plazo de treinta días calendario a partir de la fecha en que se le comunique el rechazo.

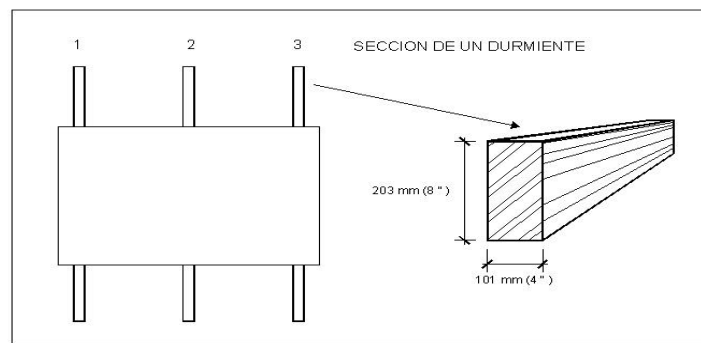


Fig. 4.3.5 Apilado de crucetas en el almacén



Tabla 4.3 CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADAS

CRUCETA DE MADERA TRATADA DE PROCEDENCIA NACIONAL

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	ESPECIE FORESTAL NOMBRE COMERCIAL NOMBRE BOTANICO		TORNILLO Cedrelingacate naiformis	
3.0	MODULO DE ROTURA	Mpa	50	
4.0	MODULO DE ELASTICIDAD	Mpa	9900	
5.0	COMPRESION PARALELA	Mpa	27,74	
6.0	COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO	Mpa	5,58	
7.0	CIZALLAMIENTO	Mpa	7,94	
8.0	METODO DE TRATAMIENTO		VACIO-PRESION	
9.0	SUSTANCIA PRESERVANTE		CCA-C	
10.0	RETENCION MINIMA DEL PRESERVANTE	Kg/m ³	4	
11.0	NORMAS DE FABRICACION, TRATAMIENTO Y PRUEBAS		ITINTEC AWPA	
12.0	MASA POR UNIDAD	kg		
13.0	PROPUESTA DE TRES EMPRESAS PARA LA INSPECCION INDEPENDIENTE EN FABRICA			
	1.-			
	2.-			
	3.-			

Fuente: Norma DGE Especificaciones Técnicas para Suministro de Materiales

4.4 AISLADORES DE SUSPENSIÓN DE PORCELANA

4.4.1. ALCANCE

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

4.4.2. NORMAS ACEPTABLES

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

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

ASTM A 153 ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL
HARDWARE

4.4.3. CONDICIONES AMBIENTALES

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

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4100 m
- Humedad relativa : entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente : 12 °C
- Contaminación ambiental : moderada

4.4.4. CONDICIONES DE OPERACIÓN

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

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

4.4.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

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

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

4.4.6. PRUEBAS

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

4.4.6.1 Pruebas de Diseño

Las pruebas de diseño a prototipos deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor. El diseño del aislador y los requerimientos de las pruebas a los que fueron sometidos serán completamente idénticos a los ofertados, caso contrario se efectuará las pruebas de diseño y los costos serán

cubiertos por el Proveedor.

Estas pruebas comprenderán:

Prueba de tensión de flameo en seco a baja frecuencia. Prueba de tensión de flameo bajo lluvia a baja frecuencia.

Prueba de tensión crítica de flameo al impulso positivo y negativo. Prueba de tensión de radiointerferencia.

Prueba de carga-tiempo

Prueba de cambio brusco de temperatura.

Prueba de resistencia de carga mecánica residual. Prueba de impacto

Prueba del pasador de seguridad

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

4.4.6.2 Pruebas de Calidad

Las pruebas de calidad deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de aisladores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna de tres (03) entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Estas pruebas comprenderán:

Inspección visual y verificación de las dimensiones.

Pruebas de porosidad. Pruebas del galvanizado.

Pruebas de carga electromecánica combinada.

Pruebas de perforación.

Prueba de cambio brusco de temperatura.

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

Los certificados y reportes de prueba serán redactados solamente en idioma español o inglés.

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor

4.4.6.3 Pruebas de Rutina

Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los aisladores a ser suministrados. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro de los suministros cumplen satisfactoriamente con todas las pruebas solicitadas.

Estas pruebas corresponderán:

Prueba de carga mecánica de rutina

Prueba de tensión de flameo de rutina.

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

Los certificados deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

El costo para efectuar estas pruebas estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

4.4.7. MARCADO

Los aisladores deberán tener marcas indelebles con la siguiente información:

- Nombre del Fabricante
- Año de Fabricación
- Carga Electromecánica combinada en kN
- Clase de Aislador según ANSI

4.4.8. EMBALAJE

Los aisladores deberán ser embalados en jabas de madera resistente aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable, evitando el contacto físico entre los aisladores. Las jabas deberán estar agrupadas sobre paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas fabricadas con material no metálico de alta resistencia, a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Adicionalmente, cada paleta

deberá ser cubierta con un plástico transparente para servicio pesado.

Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

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

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

El Postor deberá suministrar una reserva de aisladores no menor al 0,5 % del suministro, cuyo costo estará incluido en el precio cotizado.

4.4.9. ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS

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

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

características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

4.4.10. INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Postor.

**TABLA 4.4 DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS AISLADOR DE
SUSPENSION DE PORCELANA**

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO(*)
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMEROOCÓDIGO DEL CATALOGO DEL FABRICANTE		52-3	
3.0	MODELOOCÓDIGO DE LA ISLADOR (SEGÚN CATALOGO)		PORCELANA	
4.0	CLASE ANSI		HIERRO MALEABLE	
5.0	MATERIAL AISLANTE		O ACERO FORJADO	
6.0	MATERIAL METÁLICO MATERIAL DEL PASADOR			
7.0	NORMA DE FABRICACIÓN DIMENSIONES:	mm mmmm	BRONCE O ACERO	
8.0	DIAMETRO MÁXIMO ESPACIAMIENTO (ALTURA)		INOXIDABLE	
9.0	LONGITUD DEL LINEA DE FUGA TIPO DE ACOPLAMIENTO			
9.1	CARACTERÍSTICAS MECANICAS:		ANSI 29.2	
9.2	RESISTENCIA ELECTROMECANICA COMBINADA			
9.3	RESISTENCIA MECANICA AL IMPACTO		273	
9.4	RESISTENCIA A UNA CARGA CONTINUA	kN		
10.0	CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS		146	
10.1	TENSION DE FLAMEO A BAJA FRECUENCIA: -ENSECO	N-m kN		
10.2	-BAJOLLUVA		292	
10.3	TENSION CRITICA DE FLAMEO AL IMPULSO: POSITIVO			
11.0	NEGATIVA		ANSI TIPO B	
11.1	TENSION DE PERFORACION	kV		
11.2	CARACTERÍSTICAS DE RADIO INTERFERENCIA:	kV	67	
11.3	TENSION EFICAZ DE PRUEBA A TIERRA EN BAJA			
12.0	FRECUENCIA	kVpkVp	6,0	
12.1	TENSION MAXIMA DE RADIO INTERFERENCIA CONEXIÓN			
12.2	MA SA POR UNIDAD		44	
13.0	COLOR	kV	80	
14.0			50	
15.0			125	
		kV	130	

Fuente: Norma DGE Especificaciones Técnicas para Suministro de Materiales

4.5 CONDUCTORES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO

4.5.1. ALCANCE

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del conductor de aleación de aluminio que se utilizará en líneas.

4.5.2. NORMAS APLICABLES

El conductor de aleación de aluminio, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas:

Para inspección y pruebas:

IEC 61089 ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD
ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS

IEC 60104 ALUMINIUM-MAGNESIUM-SILICON ALLOY WIRE
FOR OVERHEAD LINE CONDUCTORS

Para fabricación:

ASTM B398 ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 WIRE FOR
ELECTRICAL PURPOSES

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

Las dimensiones de los conductores están consignadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados y corresponden a las normalizadas por el Propietario.

4.5.3. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

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

El conductor tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tablas de Datos Técnicos Garantizados de esta especificación.

4.5.4. FABRICACIÓN

El conductor de aleación de aluminio se fabricará en una parte de la planta especialmente acondicionada para el propósito; durante la fabricación y almacenaje se deberán tomar precauciones para evitar su contaminación por cobre u otros materiales que puedan causarle efectos adversos.

En el proceso de fabricación del conductor, el fabricante deberá prever que el conductor contenido en cada bobina no tenga empalmes de ningún tipo.

4.5.5. PRUEBAS

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

4.5.5.1 Pruebas Tipo

Las pruebas Tipo están orientadas a verificar las principales características de los conductores, por lo que deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor, demostrando que los conductores han cumplido satisfactoriamente estas pruebas. El diseño del conductor y los requerimientos de las pruebas a los que fueron sometidos serán completamente idénticos a los ofertados, caso contrario se efectuará las pruebas de diseño y los costos serán cubiertos por el Proveedor.

Estas pruebas comprenderán:

Prueba de soldadura de los alambres de aleación de aluminio.

Prueba para la determinación de las curvas esfuerzo-deformación (stress-strain) del conductor.

Prueba para determinar la carga de rotura del conductor.

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

4.5.5.2 Pruebas de Muestreo

Las pruebas de muestreo están orientadas a garantizar la calidad de los conductores, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de

conductores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna de tres (03) entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Estas pruebas comprenderán:

Determinación de la sección transversal del conductor.

Medición del diámetro del conductor.

Determinación de la densidad lineal (masa por unidad de longitud)

Prueba de carga de rotura de los alambres del conductor.

Verificación de la superficie del conductor.

Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del conductor, y de la dirección del cableado (lay ratio and direction of lay).

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

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

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

4.5.5.3 Pruebas de Rutina

Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de conductores durante el proceso de fabricación. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro de los suministros cumplen satisfactoriamente con todas las pruebas solicitadas.

Medición de la composición química de los lotes de producción. Otros reportes de los ensayos de producción.

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

El costo para efectuar estas pruebas estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

4.5.6. EMBALAJE

El conductor será entregado en carretes metálicos o de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrados con listones de madera para proteger al conductor de cualquier daño y para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Todos los componentes de madera deberán ser manufacturados de una especie de maderasana,seca y libre de defectos,capaz de resistirunprolongado almacenamiento.

Las Planchas, uniones y soldaduras de los carretes metálicos deberán ser sobrerreforzadas, a fin de evitar su deformación y deterioro durante el transporte a los almacenes y a las obras.

Las superficies internas de los carretes deberán estar cubiertas con capas protectoras de papel impermeable pesado, a fin de evitar el contacto directo del material del carrete con el conductor. Similarmente, luego de enrollar el conductor, toda la superficie del conductor será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado.

El papel impermeable externo y la cubierta protectora con listones de madera serán colocados solamente después que hayan sido tomadas las muestras para las pruebas pertinentes.

Cada carrete deberá ser identificado (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Número de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo y formación del conductor
- Sección nominal, en mm²

- Lote de producción
- Longitud del conductor en el carrete, en m
- Masa neta y total, en kg
- Fecha de fabricación
- Flecha indicativa del sentido en que debe ser rodado el carrete durante su desplazamiento.

La identificación se efectuará con una pintura resistente a la intemperie y a las condiciones de almacenaje y en las dos caras laterales externas del carrete.

Adicionalmente, la misma información deberá estamparse sobre una lámina metálica resistente a la corrosión, la que estará fijada a una de las caras laterales externas del carrete.

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

La longitud total de conductor de una sección transversal determinada se distribuirá de la forma más uniforme posible en todos los carretes. Ningún carrete tendrá menos del 3% ni más del 3% de longitud real de conductor respecto a la longitud nominal indicada en el carrete.

4.5.7. ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS

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

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

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

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

4.5.8. INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Postor.

TABLA 4.5 DATOS
TÉCNICOS GARANTIZADOS
CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	CARACTERISTICAS GENERALES FABRICANTE / PAIS			
1.1	NUMERO DE ALAMBRES		19	
1.3	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS	IEC	1089	
1.4	DIMENSIONES: SECCION NOMINAL	AST M	B398 B399	
1.4	SECCION REAL	AST M		
2.0	DIAMETROS DE LOS ALAMBRES DIAMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR		120	
2.1	CARACTERISTICAS MECANICAS: MASA DEL CONDUCTOR	mm ² mm	2,80 14,25	
2.2	CARGA DE ROTURA MINIMA	mm		
2.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kg/m	0,334	
2.3	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kNkN		
2.4	COEFICIENTE DE LA DILATAACION TERMICA	/mm ² kN/m m ²	38,416	
3.0	CARACTERISTICAS ELECTRICAS RESITENCIA ELECTRICA MAXIMA en C.C. a 20°C	1/°C	60,82	
3.1	COEFICIENTE TERMIC CODE RESISTENCIA ELECTRICA	Ohm/ km	23x10-6	
3.2		1/°C	0,285	
3.3				

4.6 ACCESORIOS DE CADENAS DE AISLADORES

4.6.1. ALCANCES

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

4.6.2. NORMAS APLICABLES

Los accesorios de cadenas de aisladores cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

UNE 21-158-90 HERRAJES PARA LINEAS ELECTRICAS LINEAS
TENSION

4.6.3. CONDICIONES AMBIENTALES

Los accesorios del conductor se instalarán en una zona con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4100 m
- Humedad relativa : entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente : 12 °C
- Contaminación ambiental : moderada

4.6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ACCESORIOS

Los adaptadores anillo-bola y casquillo-ojo largo y grilletes serán galvanizados en caliente, y fabricados de acero forjado o hierro maleable de buena calidad y sin porosidades.

Tendrán una resistencia mínima a la rotura de 70 kN.

Los accesorios que se ofrezcan deberán ser tales que permitan un adecuado ensamble con las piezas asociadas.

4.6.4.1 Adaptador anillo-bola

Tendrá la configuración geométrica y dimensiones que se muestran en la lámina adjunta.

Las dimensiones del acoplamiento corresponderán al ANSI tipo B, o su equivalente IEC 120 (16 mm)

4.6.4.2 Grillete

Tendrá la configuración geométrica y dimensiones que se muestran en la lámina

4.6.4.3 Adaptador casquillo-ojo alargado

Tendrá la configuración geométrica y dimensiones que se muestran en la lámina adjunta. Las dimensiones de acoplamiento corresponderán al ANSI tipo B, o su equivalente IEC 120 (16 mmA).

4.6.5. PRUEBAS

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de accesorios a ser suministradas, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad

debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna de tres (03) entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario, quien certificará que los resultados obtenidos en todas las pruebas señaladas en las Normas consignadas en el acápite 2 están de acuerdo con esta especificación y la oferta del Postor.

Los reportes Pruebas Tipo necesariamente deberán ser certificados por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, considerando las prescripciones de las Normas indicadas en el numeral 2. de la presente especificación.

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

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

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o de la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

4.6.6. MARCADO

Los accesorios deberán tener marcas en alto relieve con la siguiente información técnica:

- Nombre o símbolo del Fabricante
- Carga de rotura mínima en kN

4.6.7. EMBALAJE

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas no metálicas de alta resistencia a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar su deterioro. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubierta con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

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

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

4.6.8. ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS

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

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

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

4.6.9. INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Postor.

TABLA 4.6 DAROS TECNICOS ACCESORIOS DE CADENAS DE AISLADORES

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	<u>ADAPTADORANILLO–BOLA</u>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	NUMEROOCODIGODELCATALOGOAJUNTO			
1.3	MODELOOCODIGODELACCESORIO			
1.4	MATERIALDEFABRICACION		ACEROFORJADOO HIERROMALEABLE	
1.5	CLASEDEGALVANIZACIONSEGUNASTM		B	
1.6	DIMENSIONES(Adjuntarplanos)	mm		
1.7	CARGADEROTURAMINIMA	kN	70	
1.8	ACOPLAMIENTO		ANSI TIPO B	
1.9	NORMADEFABRICACION			
1.10	MASAPORUNIDAD	kg		
2.0	<u>ADAPTADORCASQUILLO–OJOLARGO</u>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	NUMEROOCODIGODELCATALOGOAJUNTO			
2.3	MODELOOCODIGODELACCESORIO			
2.4	MATERIALDEFABRICACION		ACEROFORJADOO HIERROMALEABLE	
2.5	CLASEDEGALVANIZACIONSEGUNASTM		B	
2.6	DIMENSIONES(Adjuntarplanos)	mm		
2.7	CARGADEROTURAMINIMA	kN	70	
2.8	ACOPLAMIENTO		ANSI TIPO B	
2.9	NORMADEFABRICACION			
2.10	MASAPORUNIDAD	kg		
3.0	<u>GRILLETE</u>			
3.1	FABRICANTE			
3.2	NUMEROOCODIGODELCATALOGOAJUNTO			
3.3	MODELOOCODIGODELACCESORIO			
3.4	MATERIALDEFABRICACION		ACEROFORJADOO HIERROMALEABLE	
3.5	CLASEDEGALVANIZACIONASTM		B	
3.6	DIMENSIONES(Adjuntarplanos)	mm		
3.7	CARGADEROTURAMINIMA	kN	70	
3.8	NORMADEFABRICACION			
3.9	MASAPORUNIDAD	kg		

Fuente: Norma DGE Especificaciones Técnicas para Suministro de Materiales

4.7 ACCESORIOS DEL CONDUCTOR

4.7.1. ALCANCE

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los accesorios del conductor, que se utilizarán en líneas.

4.7.2. NORMAS DE FABRICACIÓN

Los accesorios materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma:

UNE 21-159 ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME PARA
CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA DE LÍNEAS
ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSIÓN

IEC 61897 REQUIREMENTS AND TEST FOR STOCKBRIDGE
TYPE AEOLIAN VIBRATION DAMPERS

ASTM 153 STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATING
(HOT-DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE

4.7.3. CONDICIONES AMBIENTALES

Los accesorios del conductor se instalarán en una zona con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4100 m
- Humedad relativa : entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente : 12 °C
- Contaminación ambiental : De escasa a moderada

4.7.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El Fabricante tendrá a disposición del Propietario la documentación que garantice la correspondencia de los materiales utilizados con los ofertados.

4.7.4.2 Fabricación, aspecto y acabado

La fabricación de los accesorios del conductor se realizará mediante un proceso adecuado, en el que se incluyan los controles necesarios que garanticen el producto final.

Las piezas presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades, rebabas y cualquier otra alteración del material.

4.7.4.3 Protección anticorrosiva

Todos los componentes de los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión, bien por la propia naturaleza del material o bien por la aplicación de una protección adecuada.

La elección de los materiales constitutivos de los elementos deberá realizarse teniendo en cuenta que no puede permitirse la puesta en contacto de materiales cuya diferencia de potencial galvánico pueda originar corrosión de naturaleza electrolítica.

Los materiales férreos, salvo el acero inoxidable, deberán protegerse en general mediante galvanizado en caliente, de acuerdo con la Norma ASTM 153.

4.7.4 Características eléctricas

Los accesorios presentarán unas características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las perturbaciones radioeléctricas por encima de los límites fijados.

Asimismo, la resistencia eléctrica de los accesorios vendrá limitada por lo señalado en esta especificación, para cada caso.

4.7.5. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

4.7.5.1 Grapa de ángulos

Será de aleación de aluminio procedente de lingotes de primera fusión, de comprobada resistencia a la corrosión, tales como aluminio- magnesio, aluminio - silicio, aluminio-magnesio - silicio.

El apriete sobre el conductor deberá ser uniforme, evitando los esfuerzos concentrados sobre determinados puntos del mismo.

El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deberán aplicarse y los límites de composición y diámetro de los conductores.

El rango del ángulo de utilización estará comprendido entre 20 ° y 90°.

Las cargas de rotura y deslizamiento mínima para las grapas de ángulo serán las siguientes:

- Carga de Rotura	:	43 kN
- Carga de Deslizamiento	:	06 kN

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de las secciones que se requieran, provistos de varilla de armar premoldeada.

4.7.5.2 Grapa de anclaje

Será del tipo conductor pasante, fabricado con aleación de aluminio de primera fusión, de comprobada resistencia a la corrosión, tales como Aluminio-Magnesio, Aluminio-Silicio, Aluminio-Magnesio-Silicio.

El apriete sobre el conductor deberá ser uniforme, evitando los esfuerzos concentrados sobre determinados puntos del mismo.

El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deberán aplicarse y los límites de composición y diámetro de los conductores.

Las cargas de rotura y deslizamiento mínima para las grapas de anclaje serán las siguientes:

- Carga de Rotura : 30 kN
- Carga de Deslizamiento : 30 kN

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de las secciones que se requieran.

Estará provista, como mínimo, de 2 pernos de ajuste.

4.7.5.3 Grapa de doble vía

Serán de aluminio y estará provista de 2 pernos de ajuste. Deberá garantizar que la resistencia eléctrica del conjunto grapa-conductor no

sea superior al 75% de la correspondiente a una longitud igual de conductor; por tanto, no producirá calentamientos superiores a los del conductor.

No emitirá efluvios y perturbaciones radioeléctricas por encima de valores fijados.

4.7.5.4 Varilla de armar

La varilla de armar serán de aleación de aluminio, del tipo premoldeado, adecuada para conductor de aleación de aluminio.

Tendrá por objeto proteger el punto de sujeción del conductor con el aislador tipo pin o grapa angular, de los efectos abrasivos, así como de las descargas que se puedan producir entre conductor y tierra.

Serán simples y dobles y de longitudes adecuadas para cada sección de conductor.

4.7.5.5 Manguito de empalme

Será de aleación dealuminio, del tipo compresión y presentarán una resistencia eléctrica no mayor que la de los respectivos conductores. Estarán libres de todo defecto y no dañarán al conductor luego de efectuada la compresión pertinente.

Las cargas de rotura y deslizamiento mínima para los manguitos de empalme serán como mínimo los siguientes porcentajes de la carga de rotura nominal del cable al que serán destinados:

- Carga de Rotura : 95%
- Carga de Deslizamiento : 90 %

Los planos de diseño deberán mostrar el número de compresiones que garantiza las cargas especificadas y el diseño del dado de compresión.

4.7.5.6 Manguito de reparación

Será de aleación de aluminio, del tipo compresión, apropiado para reforzar los conductores con alambres dañados.

Los planos de diseño deberán mostrar el diseño del dado de compresión requerido para el manguito de empalme.

4.7.5.7 Pasta para aplicación de empalmes

El suministro de manguitos de empalme y reparación incluirá la pasta especial que se utilizará como relleno de estos accesorios. El costo estará incluido en el suministro de los accesorios.

La pasta será una sustancia químicamente inerte (que no ataque a los conductores), de alta eficiencia eléctrica e inhibidor contra la oxidación.

De preferencia deberá suministrarse en cartuchos incluyendo todos los accesorios necesarios para realizar un correcto uso de ellas en los empalmes.

4.7.5.8 Amortiguador de vibración

Será del tipo STOCKBRIDGE, construido con contrapesos de hierro fundido galvanizado en caliente, acero forjado galvanizado en caliente o

de aleación de zinc, cable de acero preformado de alta resistencia y grapa de aleación de aluminio para conexión con el conductor. Será adecuado para conductores de aleación de aluminio de las secciones indicadas en el metrado. El suministró incluirá las recomendaciones necesarias para su selección e instalación y de ser necesario deberá suministrarse el software de selección.

4.7.5.9 Alambre de amarre

El alambre de amarre será de aluminio recocido de 16 mm².

4.7.6. PRUEBAS

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de accesorios a ser suministradas, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo a los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna de tres (03) entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario, quien certificará que los resultados obtenidos en todas las pruebas señaladas en las Normas consignadas en el acápite 2 están de acuerdo con esta especificación y la oferta del Postor.

Los reportes Pruebas Tipo necesariamente deberán ser certificados por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, considerando

las prescripciones de las Normas indicadas en el numeral 2. de la presente especificación.

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

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

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o de la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

4.7.7. MARCADO

Los accesorios deberán tener marcas en alto relieve con la siguiente información:

- Nombre o símbolo del Fabricante
- Carga de rotura mínima en kN
- Torque máximo de ajuste recomendado N-m

4.7.8. EMBALAJE

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de material no metálico de alta resistencia a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la

protección adecuada para evitar su deterioro. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubierta con papel impermeable para servicio pesado afindegarantizar unalmacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Cada caja deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

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

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

4.7.9. ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS

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

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenajede los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para

almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

4.7.10.INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FABRICA

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Postor.

TABLA 4.7 DATOS TÉCNICOS DE ACCESORIOS DEL CONDUCTOR

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO (*)
1.0	<u>GRAPA DE ANGULO</u>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	NUMERO DE CATALOGOS DEL FABRICANTE			
1.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
1.4	MATERIAL DE FABRICACION		ALEACION DE ALUMINIO	
1.5	RANGO DE DIAMETROS DE CONDUCTORES INCLUYENDO VARILLAS DE ARMAR	mm ²	120	
1.6	RANGO DE ANGULO DE UTILIZACION			
1.7	CARGA DE ROTURA y DESLIZAMIENTO MINIMA	Grados kN	30 - 90	
1.8	NORMA DE FABRICACION		43 y 06	
1.9	MASA POR UNIDAD	kg	UNE 21-159	
2.0	<u>GRAPA DE ANCLAJE</u>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
2.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
2.4	MATERIAL DE FABRICACION		ALEACION DE ALUMINIO	
2.5	RANGO DE DIAMETRO DE CONDUCTORES INCLUYENDO VARILLAS DE ARMAR	mm ²	25 - 120	
2.6	CARGA DE ROTURA y DESLIZAMIENTO MINIMA	kN	30 y 30	
2.7	NORMA DE FABRICACION		UNE 21-159	
2.8	<u>MANGUITO DE EMPALME</u>			
3.0	FABRICANTE			
3.1	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
3.2	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
3.3	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
3.4	SECCION DEL CONDUCTOR			
3.5	LONGITUD	mm ²	120	
3.6	CARGA DE ROTURA y DESLIZAMIENTO MINIMA			
3.7	NUMERO DE COMPRESIONES REQUERIDAS	%	95 y 90 %	
3.8	NORMA DE FABRICACION			
3.9	MASA POR UNIDAD	kg	UNE 21-159	
3.10				

TABLA 4.7 DATOS TÉCNICOS ACCESORIOS DEL CONDUCTOR (Continuación)

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO(*)
4.0	<u>MANGUITO DE REPARACION</u>			
4.1	FABRICANTE			
4.2				
4.3	NUMERO DE CATALOGOS DEL FABRICANTE			
4.4	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
4.5	MATERIAL			
4.6	SECCION DEL CONDUCTOR LONGITUD			
4.7	NORMA DE FABRICACION		ALEACION DE ALUMINIO	
4.8	MASA POR UNIDAD	mm ²		
4.9	<u>AMORTIGUADOR DE VIBRACION</u> FABRICANTE		120	
5.0	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE	m		
5.1	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
5.2	MATERIAL DE LA GRAPA DE FIJACION AL CONDUCTOR		UNE 21-	
5.3		kg	159	
5.4	MATERIAL DE LAS PESAS			
5.5	MOMENTO DE INERCIA			
5.6	SECCION DEL CONDUCTOR			
5.7	NORMA DE FABRICACION			
5.8	MASA POR UNIDAD			
5.9	<u>GRAPA DE DOBLE VIA</u>			
6.0	FABRICANTE			
6.1			ALEACION DE ALUMINIO	
6.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
6.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
6.4	MATERIAL DE FABRICACION			
6.5	SECCION DEL CONDUCTOR	cm 4	SEGÚN ESPECIFICACION	
6.6	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO	mm ²	120	
6.7	DIMENSIONES (Adjuntar planos)			
6.8	NORMA DE FABRICACION		IEC	
6.9	MASA POR UNIDAD	kg	61897	

**TABLA 4.8 DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
ACCESORIOS DEL CONDUCTOR (Continuación)**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO (*)
7.0	<u>VARILLADEARMARSIMPLE</u>			
7.1	FABRICANTE			
7.2	NUMERODECATALOGODELFABRICANTE			
7.3	MODELOOCODIGODELACCESORIO			
7.4	MATERIAL		ALEACIONDE ALUMINIO	
7.5	DIMENSIONES(Adjuntarplanos)	mm		
7.6	SECCIONDECONDUCTORAAPLICARSE	mm ²	120	
7.7	NUMERODEALAMBRES			
7.8	NORMADEFABRICACION			
7.9	MASAPORUNIDAD	kg		
8.0	<u>VARILLADEARMARDOBLE</u>			
8.1	FABRICANTE			
8.2	NUMERODECATALAGODEFABRICANTE			
8.3	MODELOOCODIGODELACCESORIO			
8.4	MATERIAL		ALEACIONDE ALUMINIO	
8.5	DIMENSIONES(AdjuntarPlanos)			
8.6	SECCIONDELCONDUCTORAAPLICARSE	mm ²	120	
8.7	NUMERODEALAMBRES			
8.8	NORMADEFABRICACION			
8.9	MASAPORUNIDAD	kg		

Fuente: Norma DGE Especificaciones Técnicas para Suministro de Materiales

4.8 CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTÍN PARA RETENIDAS

4.8.1. ALCANCES

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del cable de acero para retenidas que se utilizarán en líneas.

4.8.2. NORMAS APLICABLES

El cable de acero, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de la siguiente norma:

ASTM A 475 STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED
STEEL WIRE STRAND

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

4.8.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE

El cable para las retenidas será de acero galvanizado de grado SIEMENS- MARTIN. Tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase B según la Norma ASTM A 90.

4.8.3.1 Material

El material de base será acero producido por cualquiera de los siguientes procesos de fabricación: horno de hogar abierto, horno de oxígeno básico u horno eléctrico; y de tal calidad y pureza que una vez trefilado a las dimensiones especificadas y cubierta con la capa protectora de zinc, el cableado final y los alambres individuales tengan las características prescritas por la norma ASTM A 475.

4.8.3.2 Cableado

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda.

4.8.3.3 Uniones y empalmes

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

4.8.4. PRUEBAS

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de cable a ser suministrados, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo

los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna de tres (03) entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Salvo indicación expresa de las normas indicadas en el numeral 2.0, el tamaño de la muestra a ensayar e inspeccionar no será menor al 10% del suministro.

Las pruebas a desarrollar son:

Verificación del número de alambres y el sentido del cableado.

Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del cable de acero.

Medición de la densidad lineal (masa por unidad de longitud) del cable de acero.

Prueba de carga de rotura de los alambres

Prueba del alargamiento (elongación) del cable.

Prueba de la ductibilidad del acero

Determinación del depósito de zinc sobre la superficie del alambre de acero, en gr/m^2 , de acuerdo con los métodos de la norma ASTM A 90

Prueba de la adherencia de la capa de zinc sobre los alambres de acero.

Verificación del acabado de los alambres de acero recubiertos con zinc.

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

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o de la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

4.8.5. EMBALAJE

El cable será entregado en carretes de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrados con listones de madera para protegerlo de cualquier daño y para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Todos los componentes de madera deberán ser manufacturados de una especie de maderasana, seca y libre de defectos, capaz de resistir un prolongado almacenamiento.

Las superficies internas de los carretes deberán estar cubiertas con capas protectoras de papel impermeable pesado, a fin de evitar el contacto directo del carrete con el cable de acero. Similarmente, luego de enrollar el cable, toda la superficie del cable será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado.

El papel impermeable externo y la cubierta protectora con listones de madera serán colocados solamente después que hayan sido tomadas las muestras para las pruebas pertinentes.

Cada carrete deberá ser identificado (en idioma Español o Inglés)
con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Número de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo, diámetro y número de alambres del cable
- Lote de producción
- Longitud del conductor en el carrete, en m
- Masa neta y total, en kg
- Fecha de fabricación
- Flecha indicativa del sentido en que debe ser rodado el carrete durante su desplazamiento.

La identificación se efectuará con una pintura resistente a la intemperie y a las condiciones de almacenaje y en las dos caras laterales externas del carrete. Adicionalmente, la misma información deberá estamparse sobre una lámina metálica resistente a la corrosión, la que estará fijada a una de las caras laterales externas del carrete.

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

La longitud total de conductor de una sección transversal determinada se distribuirá de la forma más uniforme posible en todos los carretes.

Ningún carrete tendrá menos del 3% ni más del 3% de longitud real de conductor respecto a la longitud nominal indicada en el carrete.

4.8.6. ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS

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

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

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

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

4.8.7. INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FABRICA

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Postor.



**TABLA 4.9 DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS CABLE DE
ACERO PARA RETENIDAS**

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	PAIS DE FABRICACION			
3.0	MATERIAL		Acero	
4.0	GRADO		EHS	
5.0	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN NORMA ASTM		B	
6.0	DIAMETRO NOMINAL	mm	7,94	9,52
7.0	NUMERO DE ALAMBRES		7	7
8.0	DIAMETRO DE CADA ALAMBRE	mm	2,64	3,05
9.0	SECCION NOMINAL	mm ²	38	50
10.0	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	49,8	68,4
11.0	SENTIDO DEL CABLEADO		Izquierdo	
12.0	MASA	kg/m	0,305	0,407
13.0	NORMA DE FABRICACION		ASTM A 363	

Fuente: Norma DGE Especificaciones Técnicas para Suministro de Materiales

CAPITULO V

PROTECCION DE LA LINEA EN 22,9 kV HUAMACHUCO- MINASPAMPA

5.1 NIVEL DE LA POTENCIA DE CORTO CIRCUITO EN EL PUNTO DE ALIMENTACION

Datos de corto circuito trifásico en la barra HUAMACHUCO-
MINASPAMPA

El análisis de corto circuito nos proporcionara el nivel de corriente de corto
circuito en la barrade HUAMACHUCO y la barra MINASPAMPA. Se ha
analizado considerando la corriente máxima de cortocircuito

*Análisis de máximo de corriente de corto circuito en la barra
HUAMACHUCO*

CORRIENTE Y POTENCIA DE CORTO CIRCUITO EN PERIODO SUB
TRANSITORIO

Corriente cortocircuito máximo $i_K'' = 1.812081 \text{ kArms}$

Potencia máxima de cortocircuito $S_K'' = 71.87432 \text{ MVA}$

Corriente máximo pico..... $i_p = 71.87432 \text{ kA}$,

considerando lejos del generador

Corriente de interrupción..... $i_b = 1.806099 \text{ kA}$

Potencia de interrupción $S_b = 71.63705 \text{ MVA}$

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN ESTADO PERMANENTE

Corriente de estado

permanente..... $i_k=1.812081\text{KA rms}$

TABLA 5.1: Nivel de corto circuito en la barra HUAMACHUCO

Nombre	Red	I_k''	S_k''	I_p	I_b	S_b
		kA	MVA	Ka	Ka	MVA
HUAMACHUCO	Red 22.9kV	1.812081	71.87432	3.395072	1.806099	71.63705

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

Análisis de máximo de corriente de corto circuito en la barra MINASPAMPA

CORRIENTE Y POTENCIA DE CORTO CIRCUITO EN PERIODO SUB
TRANSITORIO

Corriente cortocircuito máximo $i_k''=0.7761347\text{ kA, rms}$

Potencia máxima de cortocircuito..... $S_k''=30.78458\text{MVA}$

Corriente máximo pico..... $i_p=1.352795\text{kA,}$

Considerando lejos del generador

Corriente de interrupción..... $i_b= 0.7761347\text{kA}$

Potencia de interrupción $S_b=30.78458\text{MVA}$

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN ESTADO PERMANENTE

Corriente de estado permanente..... $I_k=0.7761347\text{KA}$

TABLA 5.2 Nivel de corto circuito en la barra MINASPAMPA

Nombre	Red	I_k''	S_k''	I_p	I_b	S_b
		kA	MVA	kA	kA	MVA
MINASPAMPA22	Red 22.9kV	0.7761347	30.78458	1.352795	0.7761347	30.78458

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0



CORTO CIRCUITO EN LA BARRA HUAMACHUCO

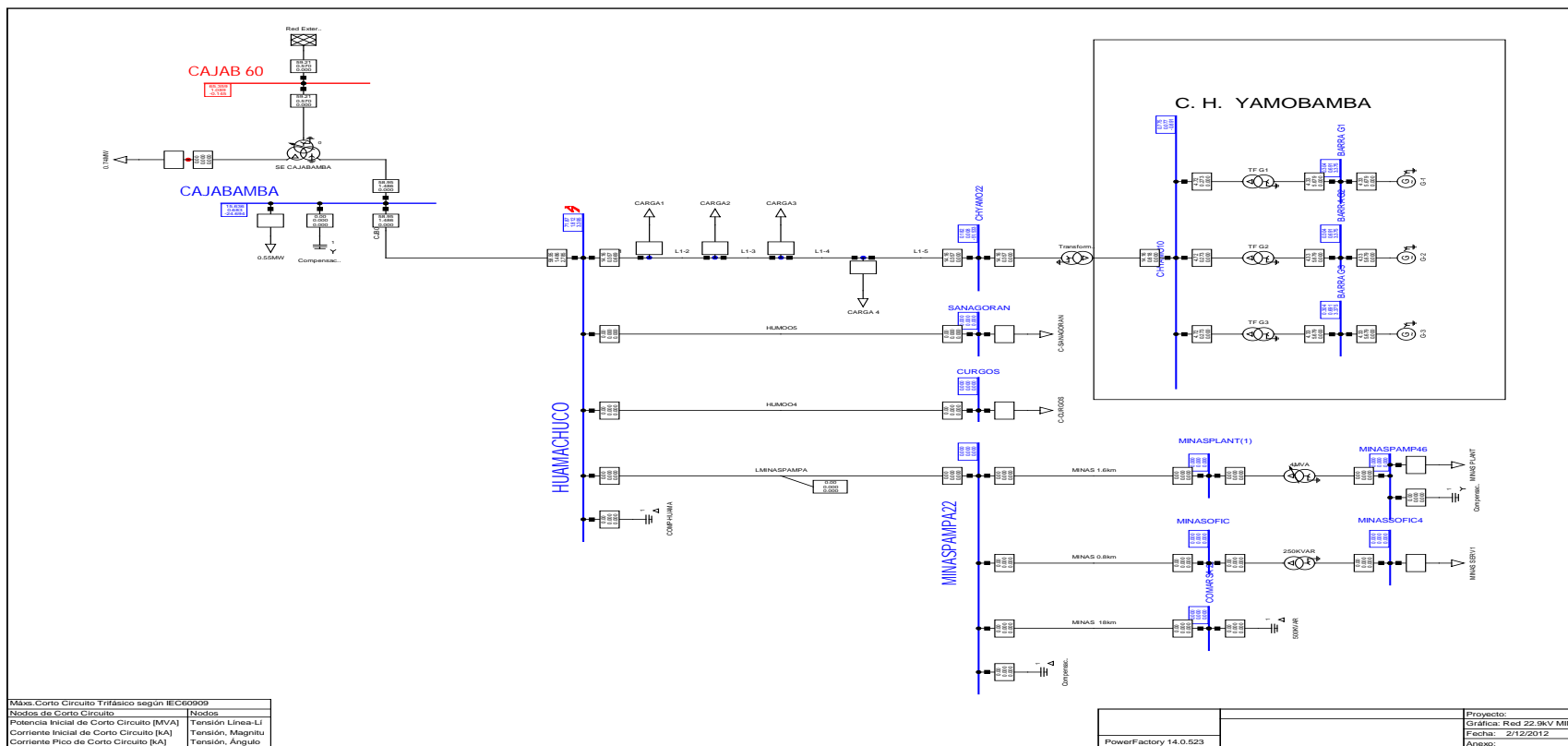


Fig. 5.1.1 Falla trifásica en la barra HUAMACHUCO

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

CORTO CIRCUITO EN LA BARRA MINASPAMPA

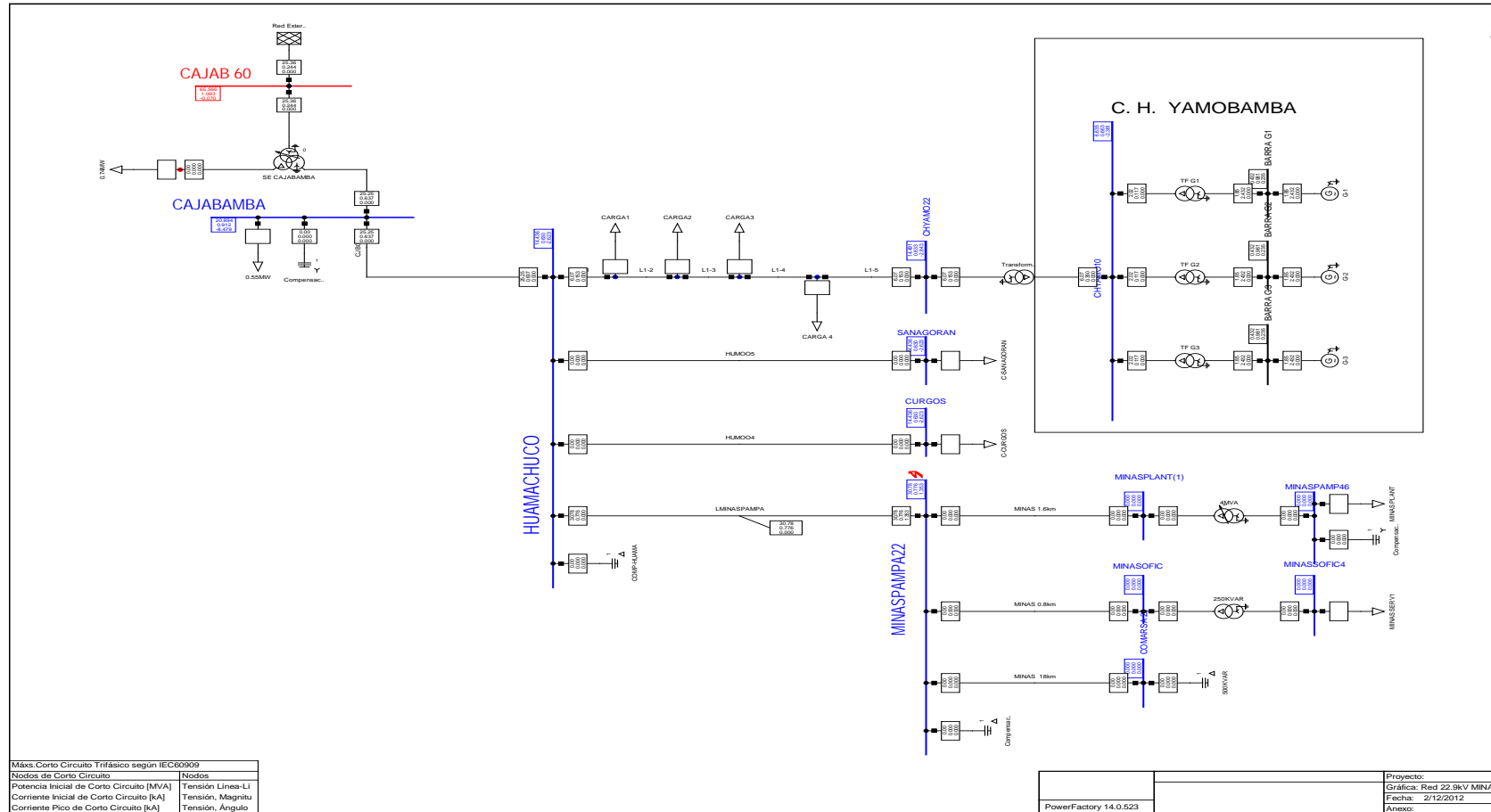


Fig. 5.1.2 Falla trifásica en la barra MINASPAMPA

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

5.2 CONSIDERACIONES PARA EL CALCULO DE CORTO CIRCUITO

Se considera falla franca (falla trifásica) el cual nos da resultado de las máximas corrientes de cortocircuito o de falla, en el cual el análisis de corrientes de falla es importante para el diseño de la barra MINASPAMPA y para la selección de dispositivos de protección.

La subestación de CAJABAMBA se encuentra conectado en estrella con neutro aterrado en el punto de alimentación de media tensión el cual nos permite diseñar los dispositivos de protección conectados al neutro del transformador de la línea HUAMACHUCO-MINASPAMPA, se ha analizado fallas monofásicas en ambas barras para compararla máxima y mínima falla monofásica de la línea MINASPAMPA.

La línea de MINASPAMPA está acoplado a la red del sistema a través del transformador de la subestación de CAJABAMBA el cual implica que las corrientes de cortocircuito son aportados por la red.

5.3 ANALISIS DE FALLAS

En el análisis de cortocircuito se analiza las máximas y mínimas de corrientes de cortocircuito para la selección de dispositivos de protección.

Análisis de cortocircuito monofásico en la barra MINASPAMPA

TABLA 5.3 Tabla de corrientes de corto circuito monofásico en la barra MINASPAMPA

Nombre	Red	Ik" A	Sk" A	ip A	Rk0, Re(Zk0)	Xk0, Im(Zk0)
		kA	MVA	kA	Ohm	Ohm
MINASPAMPA22	Red 22.9Kv	0.790896	10.45669	1.378524	7.369906	18.19571

Rk1, Re(Zk1)	Xk1, Im(Zk1)	Rk2, Re(Zk2)	Xk2, Im(Zk2)	U, Magnitud	U, Ángulo A	Io, Magnitud	3*Io
Ohm	Ohm	Ohm	Ohm	kV	deg	kA	kA
9.144161	15.30166	9.074748	15.37462	0	0	0.263632	0.790896

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

Análisis de cortocircuito monofásico en la barra HUAMACHUCO

TABLA 5.4 Tabla de corrientes de corto circuito monofásico en la barra HUAMACHUCO

Nombre	Red	Ik" A	Sk" A	ip A	Rk0, Re(Zk0)	Xk0, Im(Zk0)
		kA	MVA	Ka	Ohm	Ohm
HUAMACHUCO	Red 22.9kV	2.395643	31.67357	4.48842	0.5930435	2.066653

Rk1, Re(Zk1)	Xk1, Im(Zk1)	Rk2, Re(Zk2)	Xk2, Im(Zk2)	U, Magnitud A	U, Ángulo A	Io, Magnitud	3*Io
Ohm	Ohm	Ohm	Ohm	kV	deg	kA	kA
3.480847	7.23171	3.411434	7.304666	0	0	0.7985478	2.395643

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

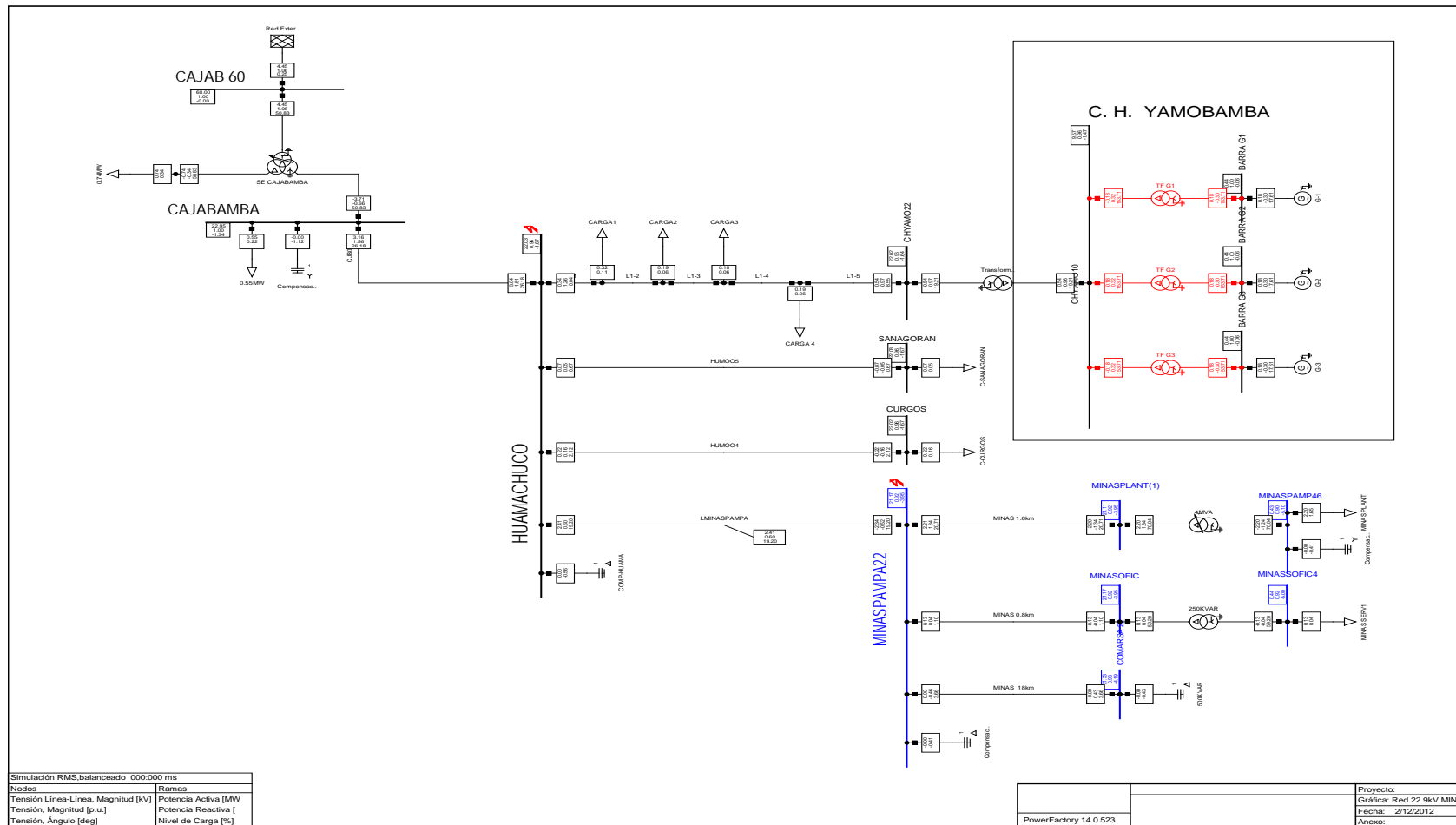


Fig. 5.3.1 Análisis de falla monofásica en la barra HUAMACHUCO y MINASPAMPA
Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

Calculo de la mínima corriente de corto circuito Trifásico en la barra
HUAMACHUCO

Tabla 5.5 corrientes mínimas de corriente de cortocircuito en la barra

HUAMACHUCO

Nombre	Red	I_k''	S_k''	i_p	I_b	S_b
		Ka	MVA	kA	kA	MVA
HUAMACHUCO	Red 22.9kV	1.548049	61.40177	2.832528	1.545807	61.31284

I_k	I_{th}	$R_k,$ $Re(Z_k)$	$X_k,$ $Im(Z_k)$
kA	kA	Ohm	Ohm
1.548049	1.553307	4.2703	7.396415

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

CALCULO DE CORRIENTE MININIMA DE CORTOCIRCUITO TRIFASICO EN LA BARRA HUAMACHUCO

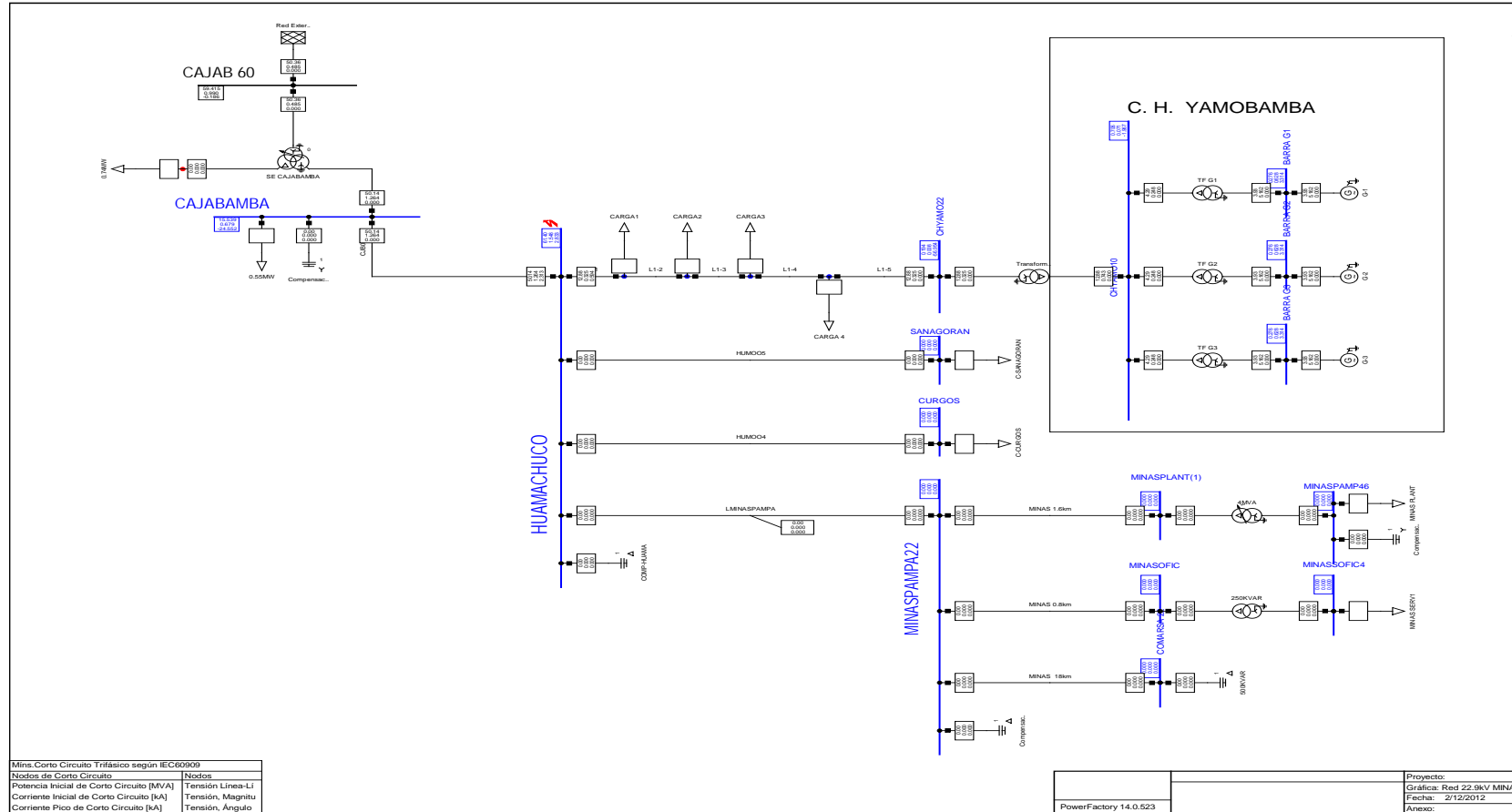


Fig. 5.3.2 Analisis de cortocircuito en la barra HUAMACHUCO

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

5.4 CALCULO DE FLUJO DE POTENCIA

Como se tiene previsto el centro minero MINASPAMPA será abastecido de energía eléctrica desde la subestación de Huamachuco la cual es abastecida de la SE Cajabamba por la línea 22.9kV de 17km como conductor de aluminio de sección 70mm^2 .

PARAMETROS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO CAJABAMBA –HUAMACHUCO

En los siguientes cuadros se muestra los parámetros de operación del sistema eléctrico Cajabamba-Huamachuco-Minaspampa

ANALISISDE CAPACIDAD DE LA LINEA HUAMACHUCO Y MINASPAMAPA

Datosbásicosde la línea segúnel catalogo del conductor AAAC mostrada en la
tabla

TABLA 5.6 ESPECIFICACIONES DEL CONDUCTOR DESNUDO AAAC-mm2

CALIBRE	N° HILOS	DIAMETRO HILO	CONDUCTOR	PESO	RESISTENCIA ELECTRICA		CARGA ROTURA	CAPACIDAD CORRIENTE
					20 °C	80 °C		
mm ²		mm	mm	Kg/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Kg	A(°)
16	7	1,70	5,1	43	2,09	2,54	452,6	100
25	7	2,15	6,5	70	1,31	1,59	723,9	125
35	7	2,52	7,6	96	0,952	0,16	994,5	160
50	7	3,02	9,1	137	0,663	0,806	1428	195
70	19	2,15	10,8	190	0,484	0,558	1965	235
95	19	2,52	12,6	260	0,352	0,428	2699	300
120	19	2,85	14,3	335	0,275	0,334	3453	340
150	37	2,25	15,8	405	0,227	0,276	7191	395
185	37	2,52	17,7	510	0,181	0,22	5257	455
240	37	2,85	20,0	650	0,142	0,176	6724	545
300	61	2,52	22,7	840	0,11	0,138	8666	625
400	61	2,85	25,7	1070	0,0862	0,109	11085	755

Fuente: Catálogo INDECO

- Se analiza con la opción de 70mm² de conductor AAAC considerando la resistencia 0.484 Ohm/Km, RMG (radio equivalente) 5.4mm y diámetro externo 10.8mm.

Nombre	Red	Terminal i	Terminal j	Zona	Long.	Resistividad	Trans puesta	Inom
					Km	Ohmm		kA
LMINASPAMPA		HUAMACHUCO	MINAS PAMPA22	ZONA 22.9	20.57	100	1	0.235

Z1	phiz1	R1	X1	R0	X0	Ice	k0	phik0
Ohm	Deg	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm	A		Deg
14.86612	47.56104	10.03172	10.97115	11.13782	18.798	1.898763	0.1772	34.39515

Flujo en la línea con la opción 70mm²

Nombre	Red	Terminal i	Terminal j	u, Magnitud	u, Magnitud
		Barras	Barras	Terminal i in p.u.	Terminal j in p.u.
LMINASPAMPA	Red 22.9kV	HUAMACHUCO	MINASPAMPA22	0.9548219	0.8881337

Nivel de Carga	Carga capacitiva	Corriente, Magnitud	Pérdidas (totales)
%	Mvar	Terminal i in kA	Terminal i in MW
32.17621	0.03155229	0.07547487	0.1718134

- Se analiza con la opción de 95mm² de conductor AAAC considerando la resistencia 0.352 Ohm/Km, RMG (radio equivalente) 6.3mm y diámetro externo 12.6mm.

Datos básicos de la línea

Nombre	Red	Terminal i	Terminal j	Zona	Long.	Medio	Resistividad	Trans puesta	Inom
					km		Ohmm		kA
LMINAS PAMPA	Red 22.9kV	HUAMA CHUCO	MINASP AMPA22	ZONA 22.9	20.57	Tierra	100	1	0.3

Z1	phiz1	R1	X1	R0	X0	Ice	k0	phik0
Ohm	Deg	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm	A		deg
14.86612	47.56104	10.0317	10.971	11.1378	18.798	1.898763	0.1772	34.39515

Flujo en la línea con la opción 95mm²

Nombre	Red	Terminal i	Terminal j	u, Magnitud	u, Magnitud
		Barras	Barras	Terminal i in p.u.	Terminal j in p.u.
LMINASPAMPA	Red 22.9kV	HUAMACHUCO	MINASPAMPA22	0.9548219	0.8881337

Nivel de Carga	Carga capacitiva	Corriente, Magnitud	Pérdidas (totales)
%	Mvar	Terminal i in kA	Terminal i in MW
25.2047	0.03155229	0.07547487	0.1718134

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

- Se analiza con la opción de 120mm² de conductor AAAC considerando la resistencia 0.235 Ohm/Km, RMG (radio equivalente) 7.12mm y diámetro externo 14.3mm.

Nombre	Red	Terminal i	Terminal j	Zona	Long.	Medio	Resis tividad	Trans puesta
					km		Ohmm	
LMINAS PAMPA	Red 22.9kV	HUAMA CHUCO	MINAS PAMPA22	ZONA 22.9	20.57	Tierra	25	1

Inom	Z1	phiz1	R1	X1	R0	X0	Ice	k0	phik0
kA	Ohm	Deg	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm	A		deg
0.34	14.86612	47.56104	10.03172	10.97115	11.13782	18.79803	1.898763	0.1772408	34.39515

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA

Para los cálculos de caída de tensión correspondientes a los cálculos eléctricos, así como para la verificación de la sección de conductores, se considera el CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, SUMINISTRO 2011, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 366-2001-EM/VME.

Específicamente se refiere a Tolerancias de la variación de la tensión en el punto de entrega de la energía, el cual textualmente a la letra dice:

“Las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía a todo consumidor, en todos los niveles de tensión nominales, es hasta $\pm 5\%$ de las tensiones nominales en tales niveles. Tratándose de redes de baja tensión en zonas rurales (urbano rurales o rurales o ambas), dicha tolerancia es hasta $\pm 7.5\%$ ”.

Se realiza el cálculo para escenario de máxima demanda en hora punta y mínima demanda en hora fuera de punta.

Caso I: Operación en Hora Punta 2012

Para este escenario se considera lo siguiente:

Está en operación del banco de capacitores de 4x150KVAR en S.E. Huamachuco

La demanda de Compañía Minera Minasampa

es 2.5MW.

La demanda de alimentador 22,9 kV a Sarin es 0.11MW.

La demanda de alimentador 22,9 kV a Sanagoran es 0.08MW.

Resultados:

Niveles de Tensiones de Operación

Se observa en este escenario que la tensión de operación de las diferentes barras del sistema eléctrico en estudio son:

Barra Cajabamba 60 kV opera en 60 kV (0,86pu)

Barra Cajabamba 22,9 kV opera en 23.96 kV (1,03pu)

Barra Huamachuco 22,9 kV opera en 22.04 kV (0,97pu)

Barra Minaspampa 22,9 kV opera en 21.31kV (0,96pu)

Por lo tanto las tensiones en el nivel 22,9 kV de S.E. Cajabamba y Huamachuco se encuentran dentro de los límites permitidos por la NTCSE

Flujo de Potencia Reactiva por Línea 22,9 kV Cajabamba-Huamachuco

En la figura 01, se observa que 340 kVAR de los bancos 4x150 kVAR instalados en la S.E. Huamachuco, se dirigen desde la S.E. Huamachuco a S.E. Cajabamba. Indicando que en la S.E. Cajabamba hace falta reactivos.

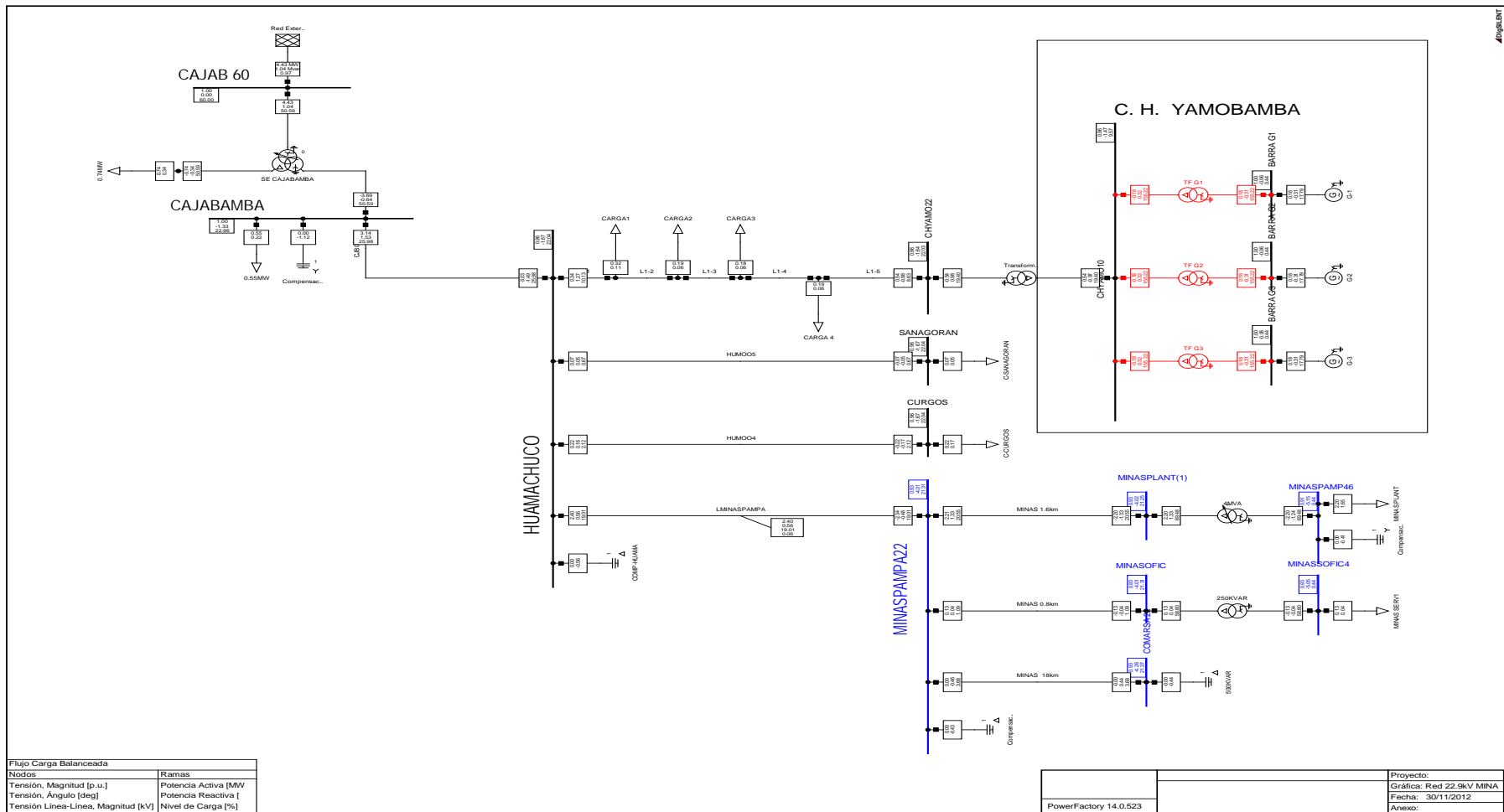


Fig. 5.4.1 ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA EN EL CASO I
Fuente: Software Digsilent Power Factory 14.0

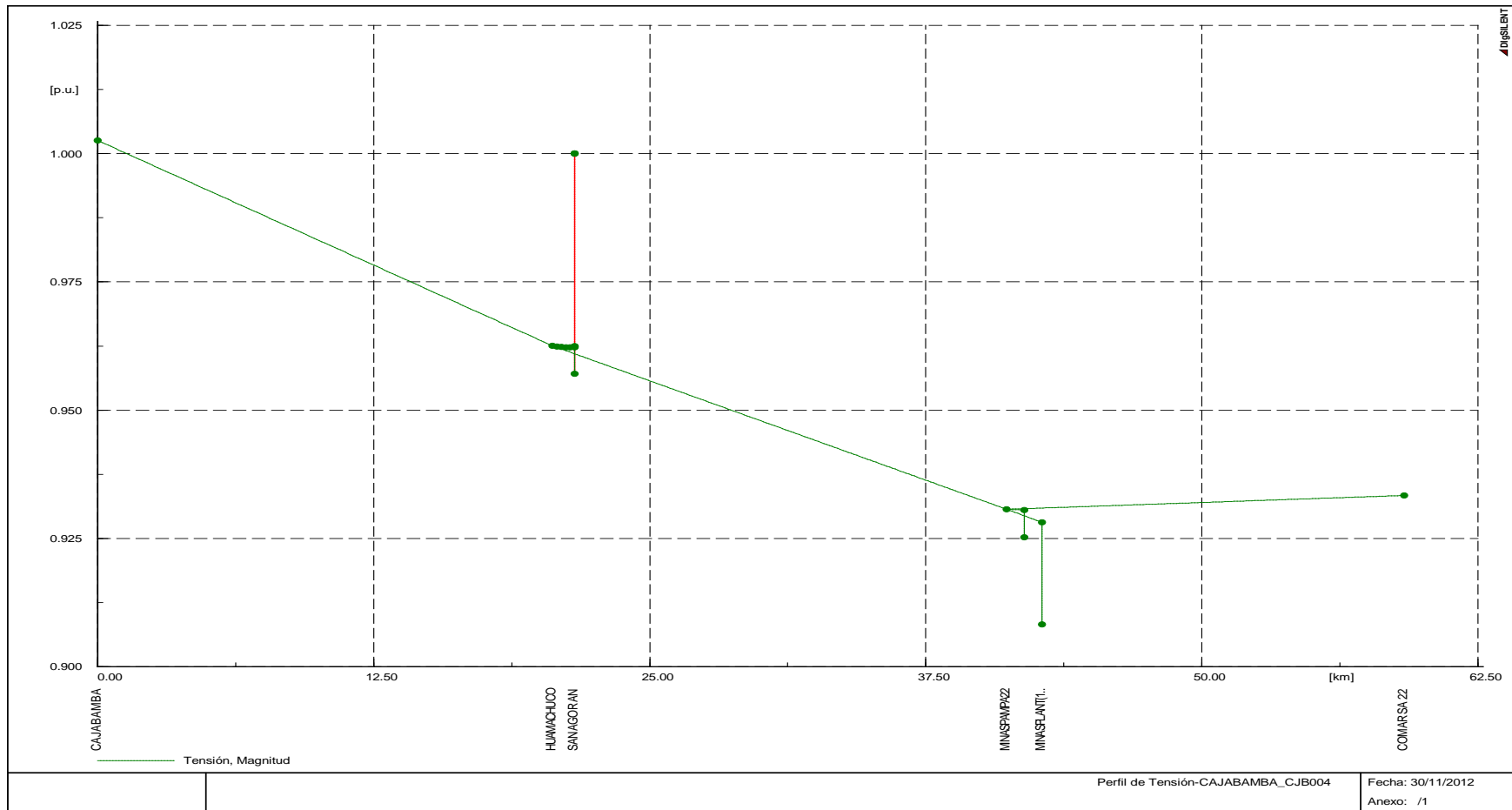


Fig. 5.4.2 Perfil de tensión caso I
 Fuente: Software Digsilent Power Factory 14.0

Caso II: Operación en Hora Fuera de Punta 2012

Para este escenario se considera lo siguiente:

Está en operación del banco de capacitores de 4x150KVAR en S.E. Huamachuco

La demanda de Compañía Minera Minaspampa es 1450kW.

La demanda de alimentador 22,9 kV a Huamachuco Pueblo es 420KW.

La demanda de alimentador 22,9 kV a Sarin es 220KW.

La demanda de alimentador 22,9 kV a Sanagoran es 70KW.

La demanda de Compañía Minera Poderosa es 4,62MW.

En compañía minera poderosa esta en operación sus grupos hidráulicos y sus grupos térmicos están fuera de operación

Resultados:

Niveles de Tensiones de Operación

Se observa en este escenario que la tensión de operación de las diferentes barras del sistema eléctrico en estudio son:

Barra Cajabamba 60 kV	opera en 60 kV (1pu)
Barra Cajabamba 22,9 kV	opera en 23.09 kV (1.01pu)
Barra Huamachuco 22,9 kV	opera en 22.47kV (0,98pu)
Barra Minaspampa 22,9 kV	opera en 22.31kV (0,97pu)

Por lo tanto las tensiones en el nivel 22,9 kV de S.E. Cajabamba y Huamachuco se encuentran dentro de los límites permitidos por la NTCSE.

Y para regula la tensión en la S.E. Minaspampa se usará transformadores de potencia con relación de transformación $21,5 \pm 2 \times 2,5\% / 0,4$ kV (*). Esto se debe a que la tensión de la barra 22,9 kV de las subestaciones Planta Minaspampa, Campamentos Minaspampa y COMARSA está operando alrededor de 21,5 kV.



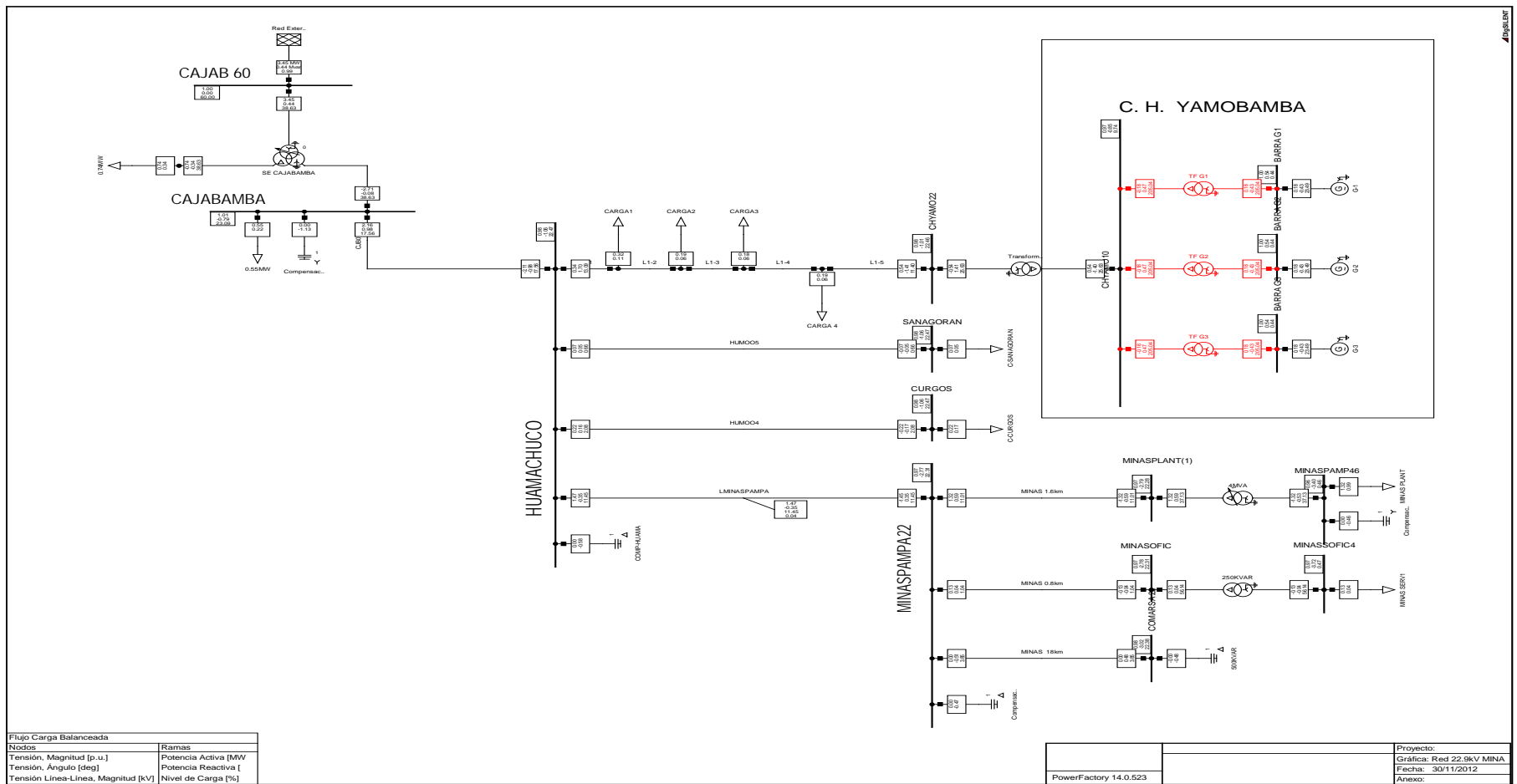


Fig. 5.4.3 Flujo de carga caso II
Fuente: Software Digsilent Power Factory 14.0

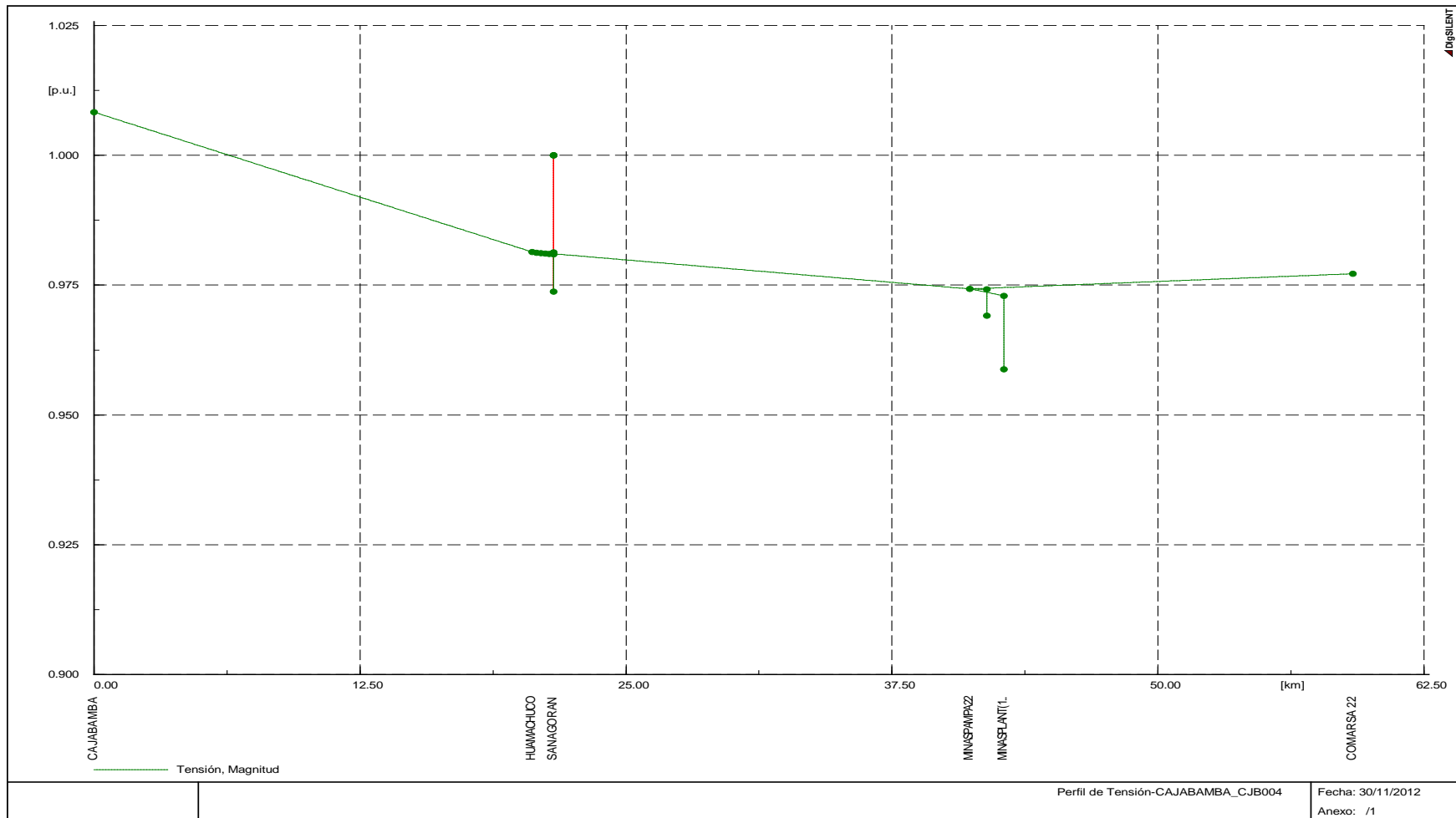


Fig. 5.4.4 PERFIL DE TENSION CASO II
Fuente: Software Digsilent Power Factory 14.0

Caso III: Operación en Hora Fuera de Punta 2012

Para este caso se considera que se abastece desde la S.E. Minas pampa a parte de la carga de S.E. Comarsa, para esto se ha construido una línea en 22,9 kV con conductor 120mm².

Para este escenario se considera lo siguiente:

Esta en operación del banco de capacitores de 4x150KVAR en S.E. Huamachuco

La demanda de Compañía Minera Minas pampa es 1450kW.

La demanda de alimentador 22,9 kV a Huamachuco Pueblo es 420KW.

La demanda de alimentador 22,9 kV a Sarin es 220KW.

La demanda de alimentador 22,9 kV a Sanagoran es 70KW.

La demanda de Compañía Minera Poderosa es 4,62MW.

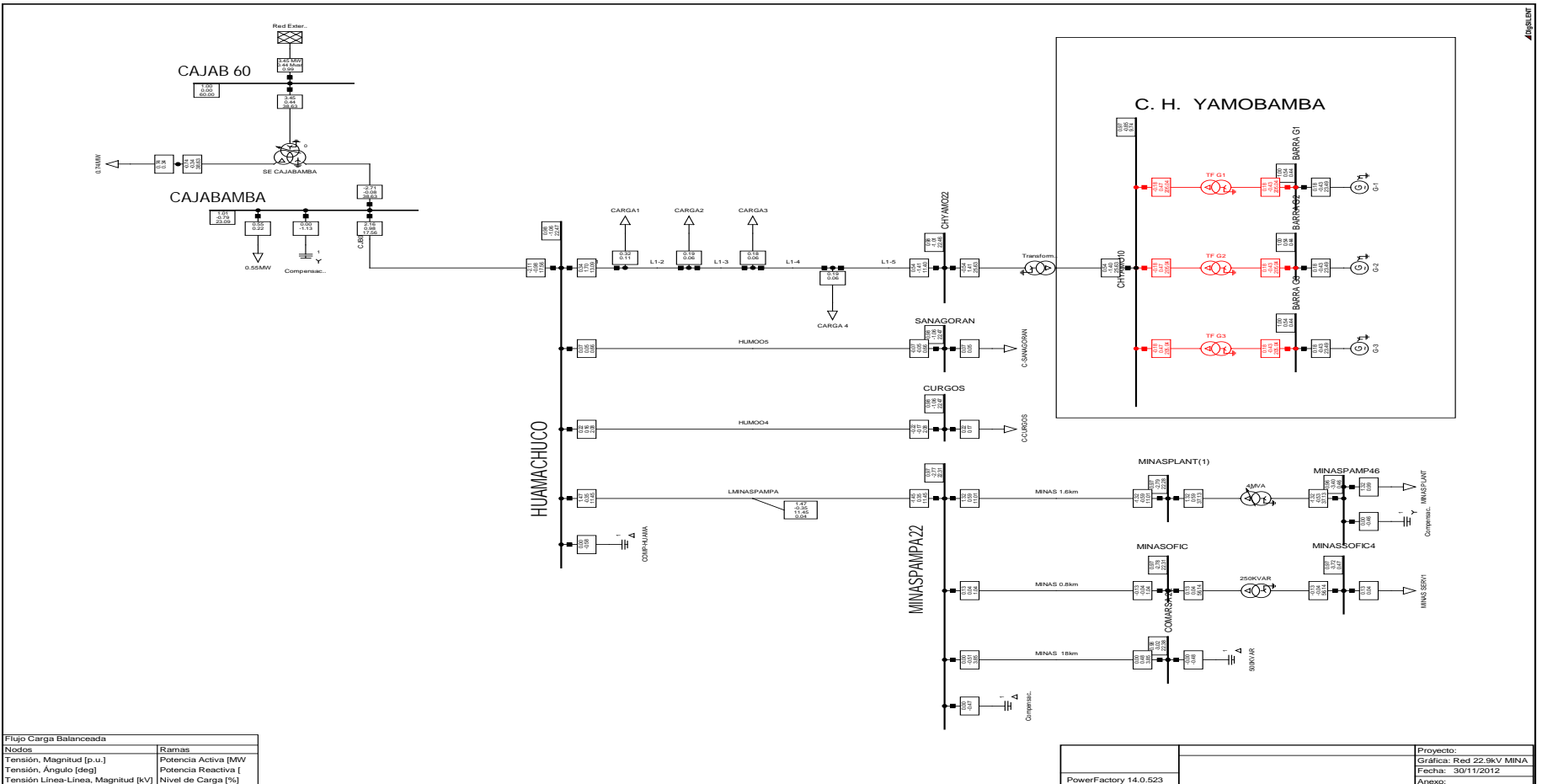


Fig. 5.4.5 FLUJO DE CARGA CASO III
 Fuente: Software Digisilent Power Factory 14.

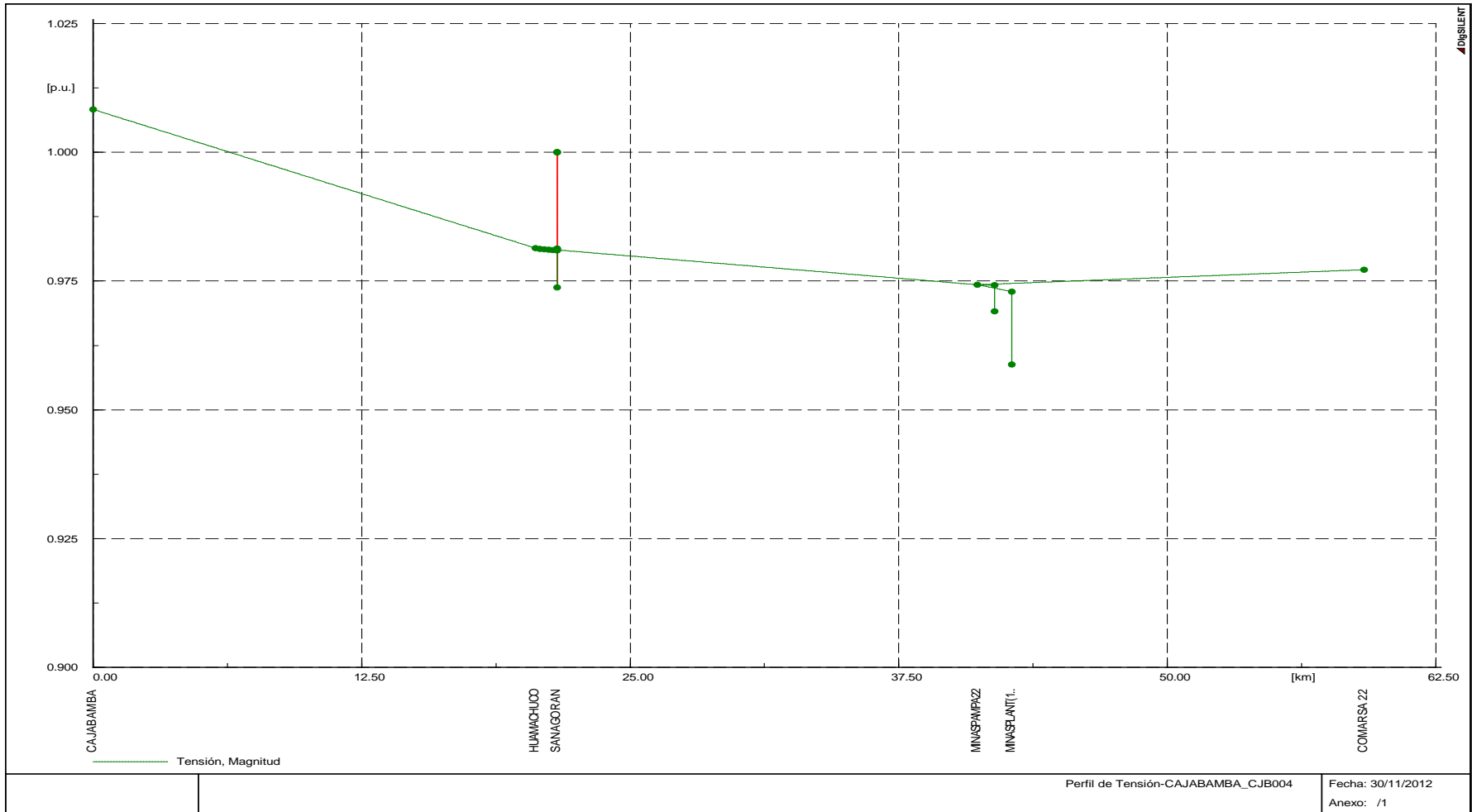


Fig. 5.4.6 PERFIL DE TENSION CASO III
 Fuente: Software Digsilent Power Factory 14.0

Resultado de análisis de flujo de potencia en la barras de conexión

Nombre	Red	L-L Volt.Nom.	U _I , Magnitud	u, Magnitud	U, Ángulo
		kV	kV	p.u.	deg
CAJAB 10	Red 22.9kV	10	9.912617	0.9912617	-147.7615
CAJAB 60	Red 22.9kV	60	60	1	0
CAJAB10	Red 22.9kV	10	10.52127	1.052127	-145.1748
CAJAB23	Red 22.9kV	22.9	22.2464	0.9714587	-3.317302
CAJAB60	Red 22.9kV	60	60	1	0
CAJABAMBA	Red 22.9kV	22.9	23.03083	1.005713	-1.439383
CAMPAM0.48	Red 22.9kV	0.48	0.3466343	0.7221547	-165.8165
CAMPAM22.9	Red 22.9kV	22.9	17.07274	0.7455343	-11.02199
CH YAMOB A10	Red 22.9kV	22.9	20.11376	0.8783302	-7.032749
CHYAMO10	Red 22.9kV	10	9.605863	0.9605863	-4.097649
CHYAMO22	Red 22.9kV	22.9	22.03961	0.9624282	-4.153427
COMARSA 22	Red 22.9kV	22.9	21.5303	0.9401878	-6.550133
COMARSA0.48	Red 22.9kV	0.48	0	0	0
COMARSA22.9	Red 22.9kV	22.9	0	0	0
CURGOS	Red 22.9kV	22.9	22.04901	0.9628388	-4.161305
BARRA G1	Red 22.9kV	0.44	0.44	1	0
BARRA G2	Red 22.9kV	0.44	0.44	1	0
BARRA G3	Red 22.9kV	0.44	0.44	1	-2.692015
HUA-CAP	Red 22.9kV	22.9	20.12701	0.8789086	-6.994413
HUAMACHUCO	Red 22.9kV	22.9	22.05075	0.9629147	-4.156994
HUAMACHUCO22.9KV	Red 22.9kV	22.9	20.12701	0.8789086	-6.994413
MINASPLANT(1)	Red 22.9kV	22.9	21.31737	0.9308893	-6.442115
MINASPAMP46	Red 22.9kV	0.48	0.4396572	0.9159524	-7.562306
MINASPAMPA	Red 22.9kV	22.9	17.08837	0.7462169	-10.9844
MINASPAMPA22	Red 22.9kV	22.9	21.3791	0.9335852	-6.301773

MINASOFIC	Red 22.9kV	22.9	21.37589	0.933445	-6.306675
MINASSOFIC4	Red 22.9kV	0.48	0.4454985	0.9281219	-7.338431
PLANTA0.48	Red 22.9kV	0.48	0.3564013	0.7425028	-161.7839
PLANTA22.9	Red 22.9kV	22.9	17.0789	0.7458035	-11.00783
SANAGORAN	Red 22.9kV	22.9	22.04952	0.9628611	-4.160187

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

Flujo de Potencia Reactiva por Línea 22,9 kV Huamachuco-Minaspampa

Análisis de la línea de alimentación de la minera Minaspampa en el cual se efectúa el cálculo de flujo de carga con la máxima carga nominal demandada por la minera.

Análisis de la capacidad de transporte de potencia en la línea Huamachuco-Minaspampa se analiza comparando el flujo en la línea y la capacidad máxima del conductor AAAC 120mm²

Análisis de flujo de potencia en las líneas

Nombre	Red	Terminal i	Terminal j	u, Magnitud Terminal i in p.u.	u, Magnitud Terminal j in p.u.	Nivel de Carga %	Carga capacitiva Mvar
LMINASP	Red 22.9kV	HUAMACHUCO22.9KV	MINASPAMPA	0.8789086	0.7462169	42.72347	0.024702
LMINASPAMPA	Red 22.9kV	HUAMACHUCO	MINASPAMPA22	0.9629147	0.9335852	18.71489	0.032986
MINAS 18km	Red 22.9kV	MINASPAMPA22	COMARSA 22	0.9335852	0.9401878	3.70882	0.028171
MINAS 0.8km	Red 22.9kV	MINASPAMPA22	MINASOFIC	0.9335852	0.933445	1.231583	0.001258
MINAS 1.6km	Red 22.9kV	MINASPAMPA22	MINASPLANT(1)	0.9335852	0.9308893	18.44994	0.002479

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

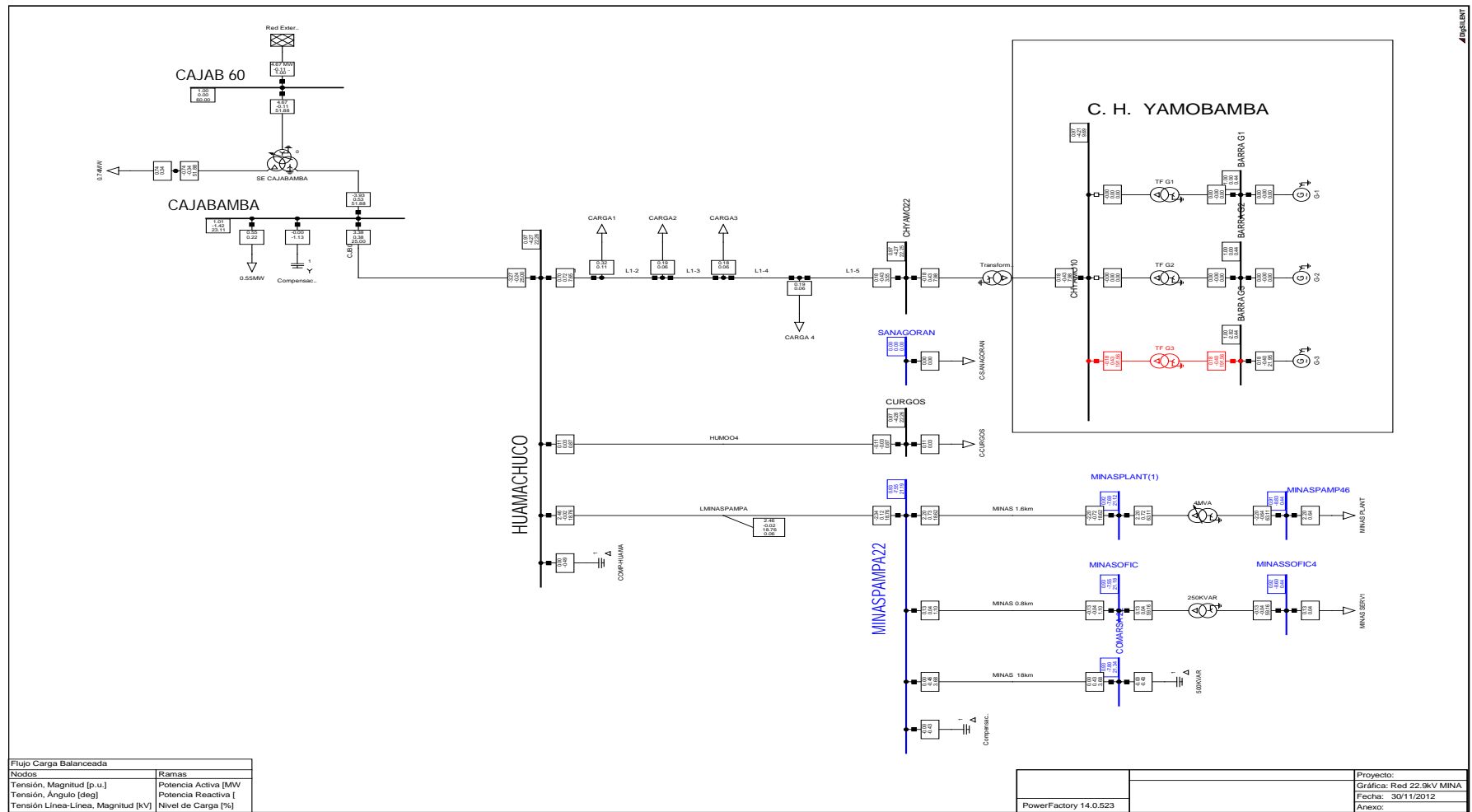


Fig. 5.4.7 ANALISIS DE FLUJO DE POTENCIA EN LAS LINEAS
Fuente: Software Digsilent Power Factory 14.0

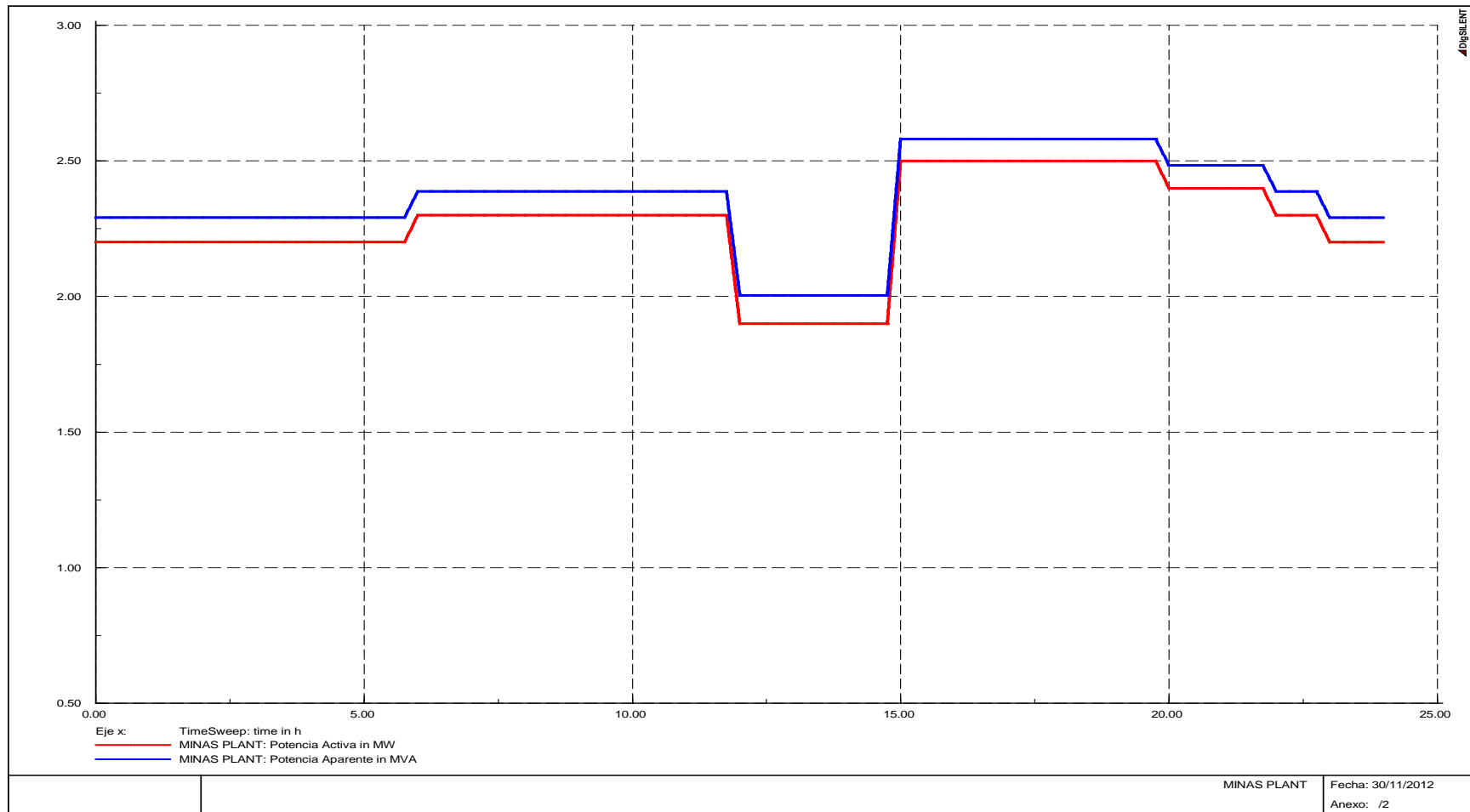


Fig. 5.4.8 PERFIL DE TENSION
 Fuente: Software Digsilent Power Factory 14.0

Corriente en la línea de alimentación

Nombre	Red	Terminal i	Terminal j	Corriente, Magnitud
		Barras	Barras	Terminal i in kA
HUMOO5	Red 22.9kV	SANAGORAN	HUAMACHUCO	0.00215921
CJB004	Red 22.9kV	CAJABAMBA	HUAMACHUCO	0.0872165
HUMOO4	Red 22.9kV	HUAMACHUCO	CURGOS	0.00297444
MINAS 18km	Red 22.9kV	MINASPAMPA22	COMARSA 22	0.01260999
LMINASPAMPA	Red 22.9kV	HUAMACHUCO	MINASPAMPA22	0.06350704
MINAS 0.8km	Red 22.9kV	MINASPAMPA22	MINASOFIC	0.00368432
MINAS 1.6km	Red 22.9kV	MINASPAMPA22	MINASPLANT(1)	0.0627088
LCH	Red 22.9kV	HUAMACHUCO22.9KV	HUA-CAP	0.0000004
CJB04	Red 22.9kV	CAJAB23	HUAMACHUCO22.9KV	0.1513473
LMINASP	Red 22.9kV	HUAMACHUCO22.9KV	MINASPAMPA	0.1278535

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0

Perfiles de tensión de la línea de MINASPAMPA

En el cuadro se muestra el registro de tensiones desde la barra alimentadora hasta el centro minero MINASPAMPA

Se ha definido como barra alimentadora a la barra subestación de Cajabamba se analizará el perfil de tensión desde la subestación alimentadora hasta la barra SE de MINASPAMPA

Con el cual se analizará la caída de tensión en la línea

Se ha definido como alimentador de tensión a la barra 22.9kV de la S.E. de Cajabamba, se ha dibujado el perfil de tensión con referencia a la alimentador hasta la barra que alimenta a la minera a Minaspampa se muestra en la figura 5.4.7

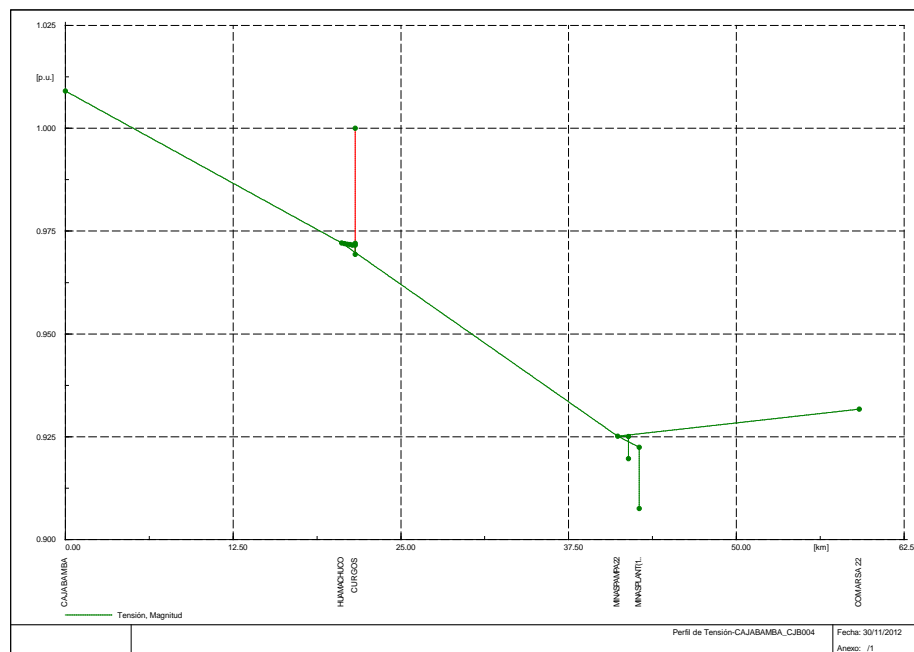
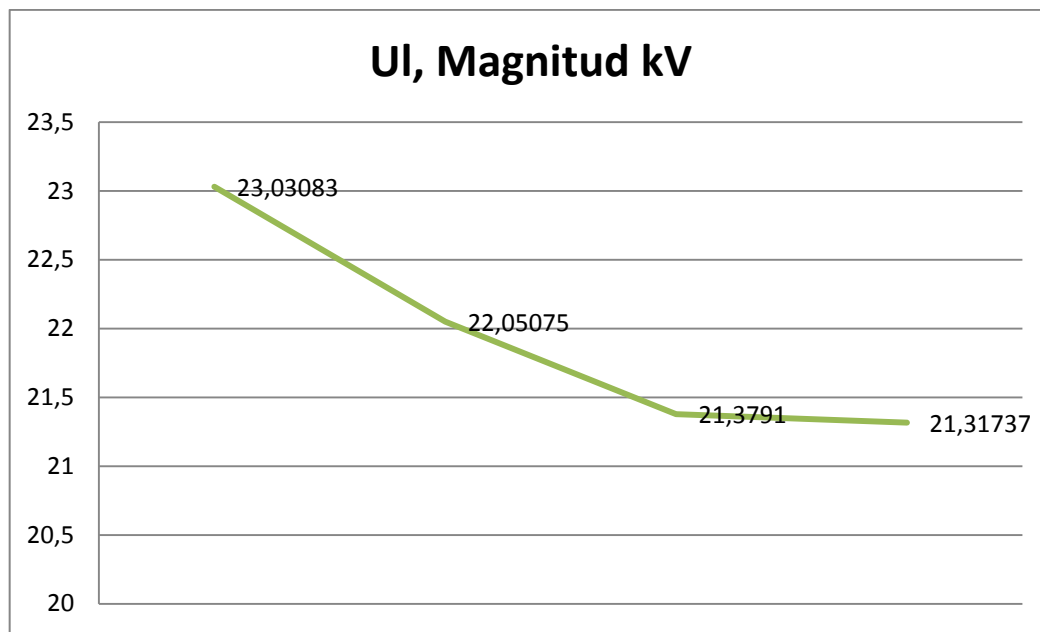


Fig. 5.4.9 Perfil de tensión de la red de alimentación a la minera Minaspampa

Fuente: Software Digsilent Power Factory 14.

Nombre	Red	L-L Volt.Nom. kV	U _L , Magnitud kV	u, Magnitud p.u.	U, Ángulo deg	ΔV(pu)
CAJABAMBA	Red 22.9kV	22.9	23.03083	1.005713	-1.439383	0.04255513
HUAMACHUCO	Red 22.9kV	22.9	22.05075	0.9629147	-4.156994	0.03045928
MINASPAMPA22	Red 22.9kV	22.9	21.3791	0.9335852	-6.301773	0.0028874
MINASOFIC	Red 22.9kV	22.9	21.31737	0.9308893	-6.442115	
CAIDA DE TENSION		TOTAL(%)				3.33466808

Fuente: Software DigSilent Power Factory 14.0



Fuente :Elaboración propia.



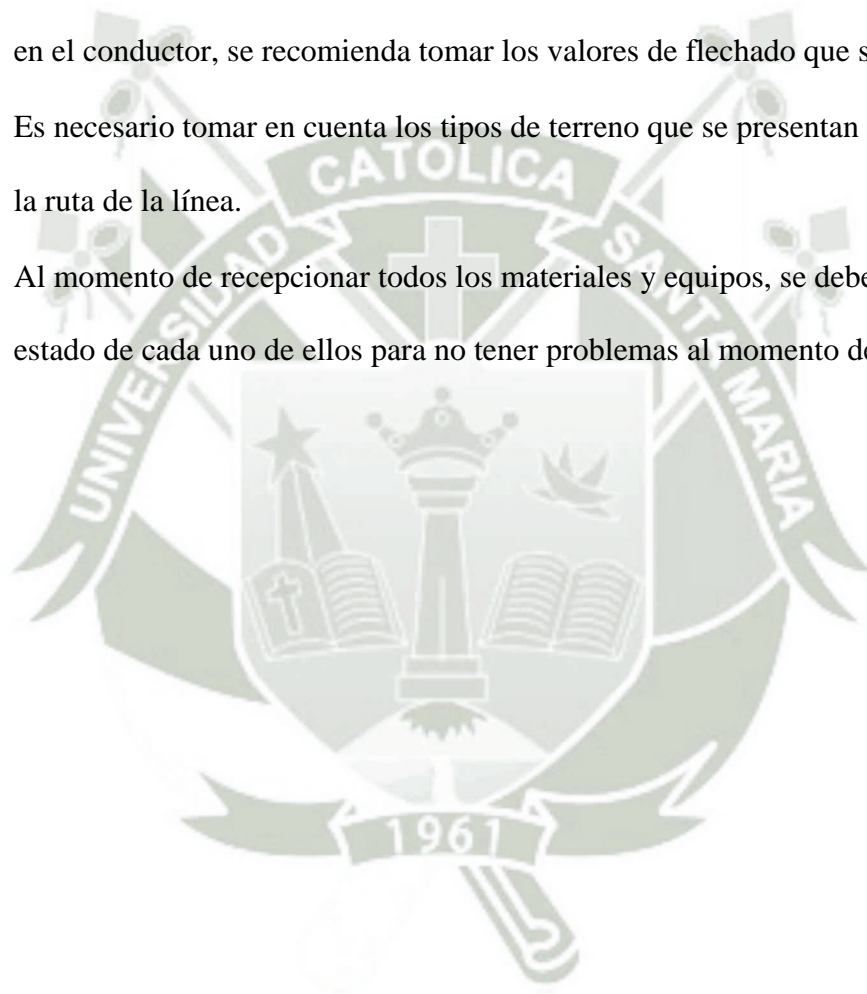
CAPITULO VI

CONCLUSIONES

- Se ha logrado un diseño de la línea de transmisión satisfaciendo la demanda y su proyección considerándose en una primera etapa 650 KW y en una segunda 2.5 MW. Cifras que serán cubiertas en el diseño de la línea de transmisión.
- Se ha escogido la ruta técnica y económicamente más adecuada para la implementación de la línea de transmisión, considerando además el aspecto de derecho de servidumbres de paso.
- El uso de la herramienta informática de diseño asistido por computadora para el caso de los cálculos mecánicos DLTCAD sistematiza, sintetiza y asegura el diseño correcto de las líneas de transmisión.
- El uso de programas computaciones de sistemas de potencia, facilita el complicado cálculo, para el caso el paquete DIGSILENT corre y simula las diferentes requisiciones para el diseño eléctrico de la línea de transmisión.
- Los materiales y equipos han sido cuidadosamente seleccionados en base a los valores determinados en los cálculos y seleccionados en sus respectivos catálogos.

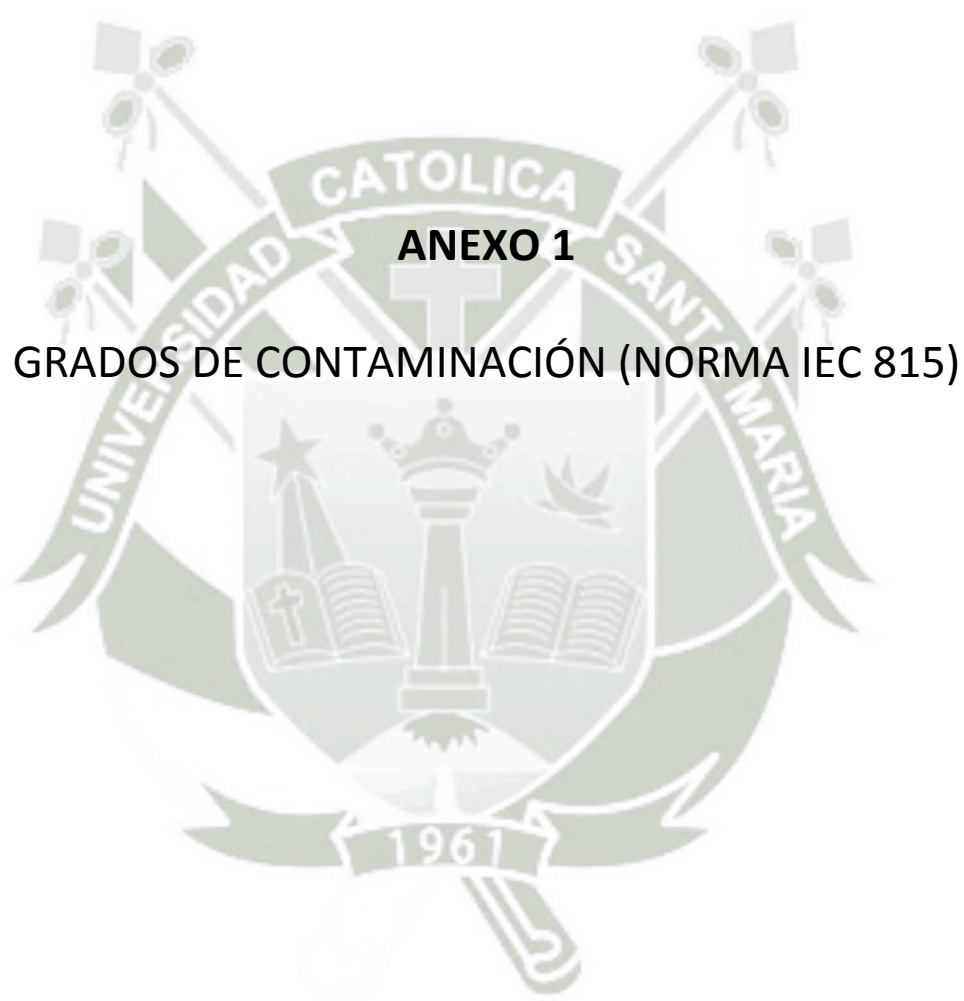
RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de softwares tanto para los cálculos eléctricos y mecánicos ya que los cálculos manuales son complejos y requieren una gran cantidad de operaciones lo cual los hace muy propensos a errores, afectando seriamente el resultado.
- Para poder llevar a un nivel mínimo los impactos de esfuerzos y deformaciones en el conductor, se recomienda tomar los valores de flechado que se obtuvieron.
- Es necesario tomar en cuenta los tipos de terreno que se presentan a lo largo de la ruta de la línea.
- Al momento de recepcionar todos los materiales y equipos, se debe verificar el estado de cada uno de ellos para no tener problemas al momento del montaje.



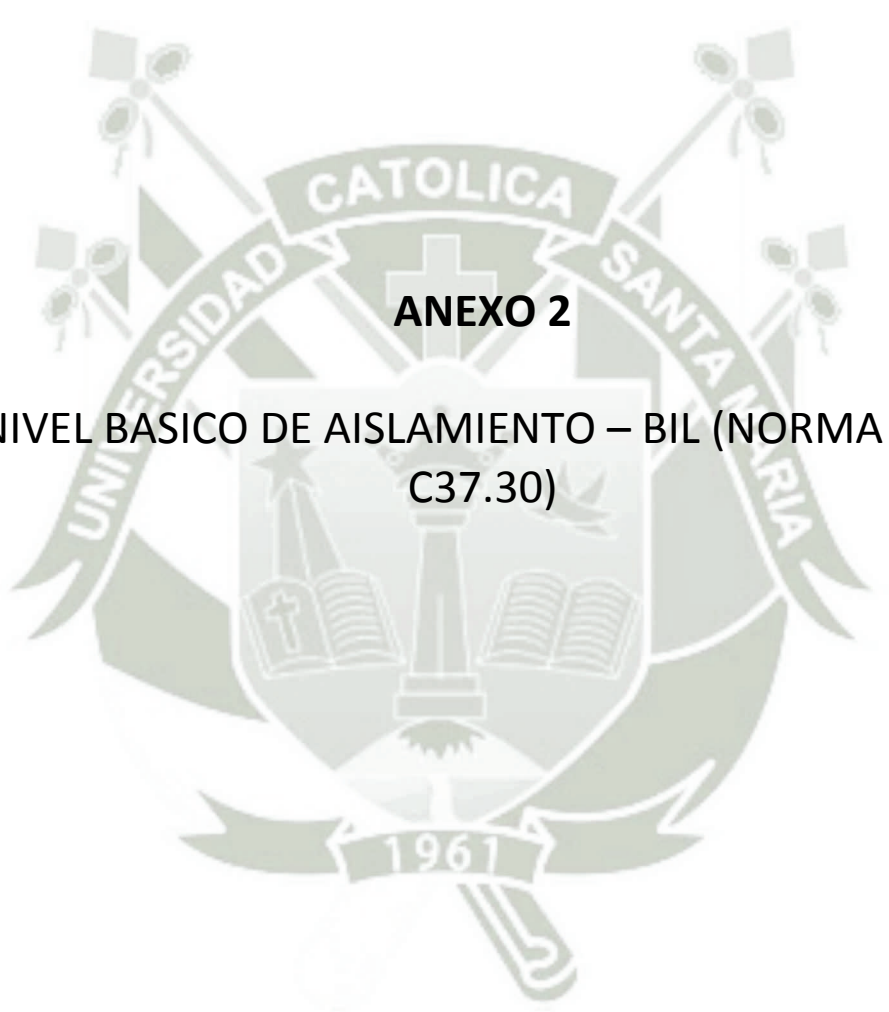
BIBLIOGRAFIA

1. Luís María Checa. “Líneas de Transporte de Energía”. Editorial Alfaomega. Año 2000.
2. Rubén Galeas Arana. ” Líneas de Transmisión Eléctrica”. Editorial Megabyte. Año 2010.
3. Fernando Bacigalupe Camarero. ” Líneas aéreas de media y baja tensión”. Año 1999.
4. Ramón María Mujal Rosas. Cálculo de Líneas y Redes Eléctricas”. Editorial UPC. Año 2002.
5. Manual del Usuario DLTCAD 2010, ABS Ingenieros
6. Código Nacional de Electricidad Suministro 2011
7. Ley de Concesiones eléctricas N° 25844
8. Normas del DGE/MEN Vigentes



**GRADOS DE CONTAMINACIÓN
(NORMA IEC 815)**

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



ANEXO 2
NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO – BIL (NORMA ANSI
C37.30)

NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO – BIL (NORMA ANSI C37.30*)

Tensión Nominal del Sistema kV	Nivel Básico de Aislamiento – BIL kV
14.4	110
23	150
34.5	200
46	250
69	350
115	550
138	650
161	750
230	900
230	1 050

* “Definiciones y Requerimientos para Interruptores de Aire, Aisladores y Soportes de Alto Voltaje”



ANEXO 3

MANUAL DEL AISLADOR TIPO ESPIGA ANSI56-4



MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS



AISLADOR TIPO ESPIGA	No.	Página: 1 DE 4
	En vigencia desde: ENERO 2002	
	Sustituye a la emitida el:	

1. NORMAS : ANSI C29.1, ANSI C29.5, ANSI C29.6.

2. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.

Los aisladores deberán fabricarse de porcelana procesada en húmedo de buen grado comercial.

El material de relleno entre la piezas de porcelana será cemento tipo PORTLAND, invariable en volumen ante los cambios de temperatura y envejecimiento, y a la vez, de alto esfuerzo compresivo.

Para la aceptación de este material, el fabricante deberá suministrar reporte de Pruebas Dimensionales, Pruebas Visuales, Pruebas de Porosidad, Resistencia Transversal, Pruebas de Calibración del Agujero para la Espiga, Prueba de Perforación, Pruebas de Rutina (Pruebas de Flameo).

3. ACABADO.

La superficie entera del aislador deberá ser lisa y libre de imperfecciones. El color de los aisladores deberá ser gris cielo.

La superficie del aislador circundante al área de soporte y amarre del conductor (canales laterales y centrales), así como el área interna roscada de la porcelana misma, deberá estar recubierta de un barniz semiconductor que cortocircuite las líneas de campo eléctrico de gran concentración en estos puntos, con el objeto de reducir la radio interferencia por descargas corona.

4. DIMENSIONES.

Las dimensiones y características de los aisladores deberán estar de acuerdo a la figura 1, 2, 3 y 4; según corresponda.

Todas las dimensiones y otros valores numéricos deberán estar dados en el sistema internacional de medidas.

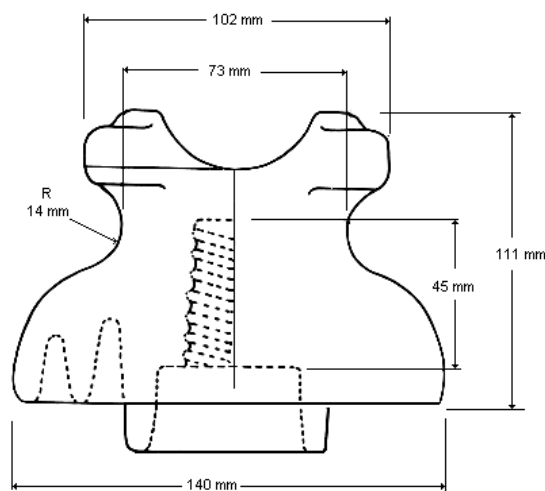


Figura 1
Aislador Tipo Espiga Clase ANSI 55-4



MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS



AISLADOR TIPO ESPIGA	No.	Página: 2 DE 4
	En vigencia desde: ENERO 2002	
	Sustituye a la emitida el:	

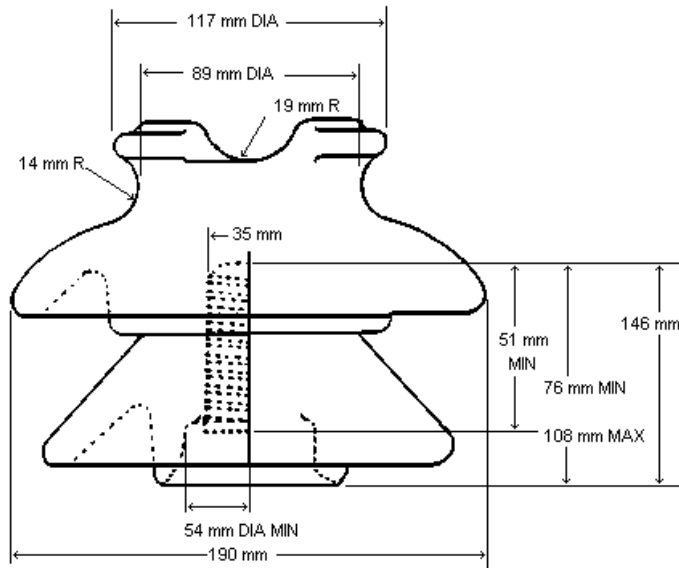


Figura 2
Aislador Tipo Espiga Clase ANSI 56-1

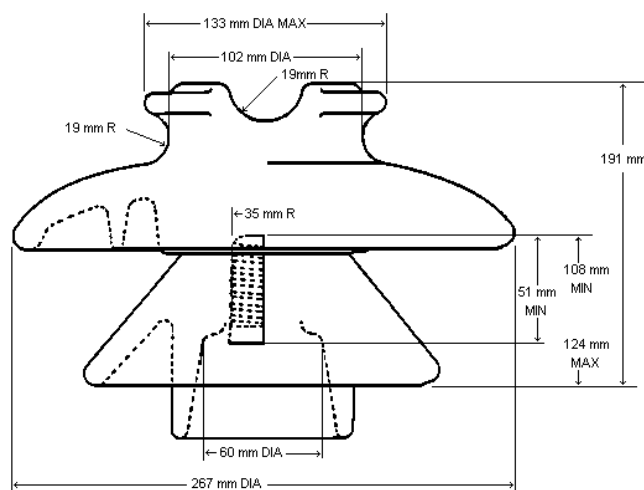


Figura 3
Aislador Tipo Espiga Clase ANSI 56-3



MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS



AISLADOR TIPO ESPIGA	No.	Página: 3 DE 4
	En vigencia desde: ENERO 2002	
	Sustituye a la emitida el:	

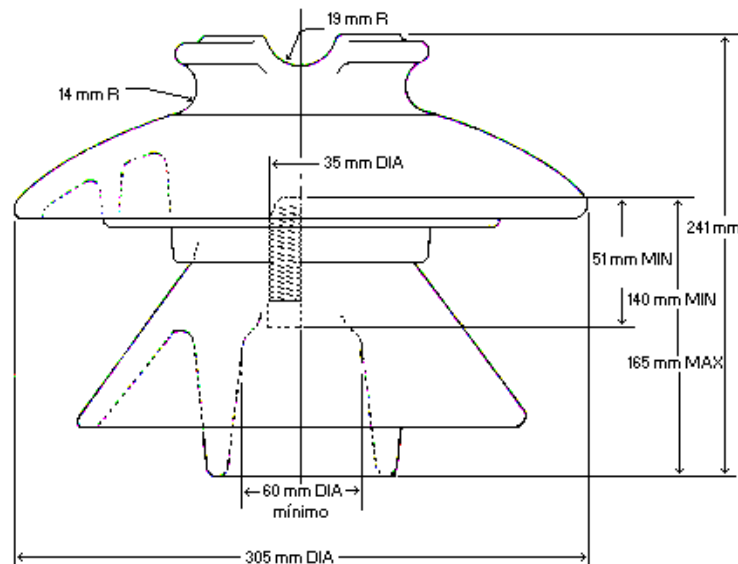


Figura 4
Aislador tipo espiga clase ANSI 56-4

5. CARACTERISTICAS ELECTRICAS.

Tabla 1
Características Eléctricas y Mecánicas de los Aisladores Tipo Espiga.

AISLADOR TIPO COLUMNA DIMENSIONES mm (pulgadas)	CLASE DE AISLADOR			
	ANSI 55-4	ANSI 56-1	ANSI 56-3	ANSI 56-4
Distancia de fuga	229 (9)	330 (13)	533 (21)	686 (27)
Distancia de arqueo	127 (5)	178 (7)	241 (9½)	286 (11¼)
Altura mínima de la espiga	127 (5)	152 (6)	203 (8)	254 (10)
DATOS MECANICOS, kN (Libras)				
Resistencia a la flexión.	13 (2923)	11 (2,500)	13 (2,923)	13 (2,923)
DATOS ELECTRICOS kV				
Voltaje de aplicación típico	13.2	24.9	34.5	46
Flameo a baja frecuencia: En Seco	70	95	125	140
	En Húmedo	40	60	80
Flameo a impulso crítico: Positivo	110	150	200	225
	Negativo	140	190	265
Voltaje de perforación a baja frecuencia	95	130	165	185
VOLTAJE DE RADIO INTERFERENCIA				
Voltaje de prueba, rms a tierra Kv	10	15	30	30
VRI máximo a 1000 kHz, Radio libre µV	50	100	200	200
	Simple µV	5,500	8,000	16,000

ANSI C29.5-1984 Y ANSI C29.6-1984



MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS



AISLADOR TIPO ESPIGA	No.	Página: 4 DE 4
	En vigencia desde: ENERO 2002	
	Sustituye a la emitida el:	

6. MARCADO.

Cada aislador deberá presentar el símbolo de identificación del fabricante, la clase ANSI y el año de fabricación predominantemente. Estas marcas deberán ser legibles y durables y, no dañar la integridad física del aislador.

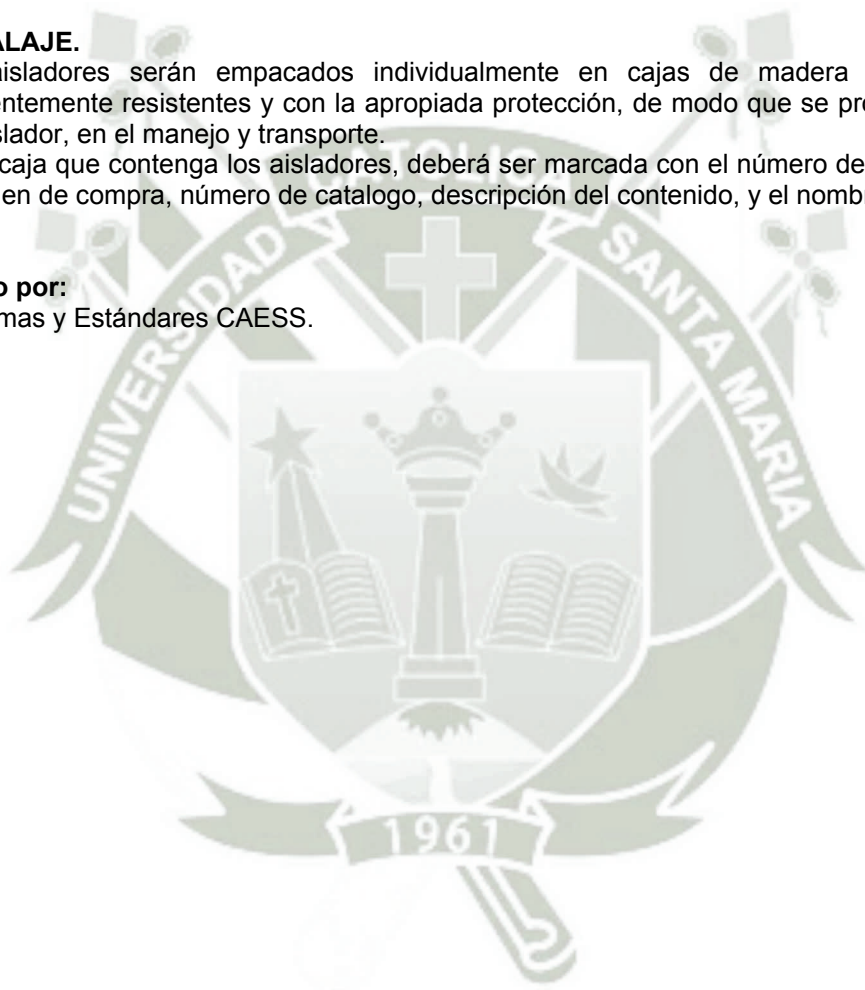
7. EMBALAJE.

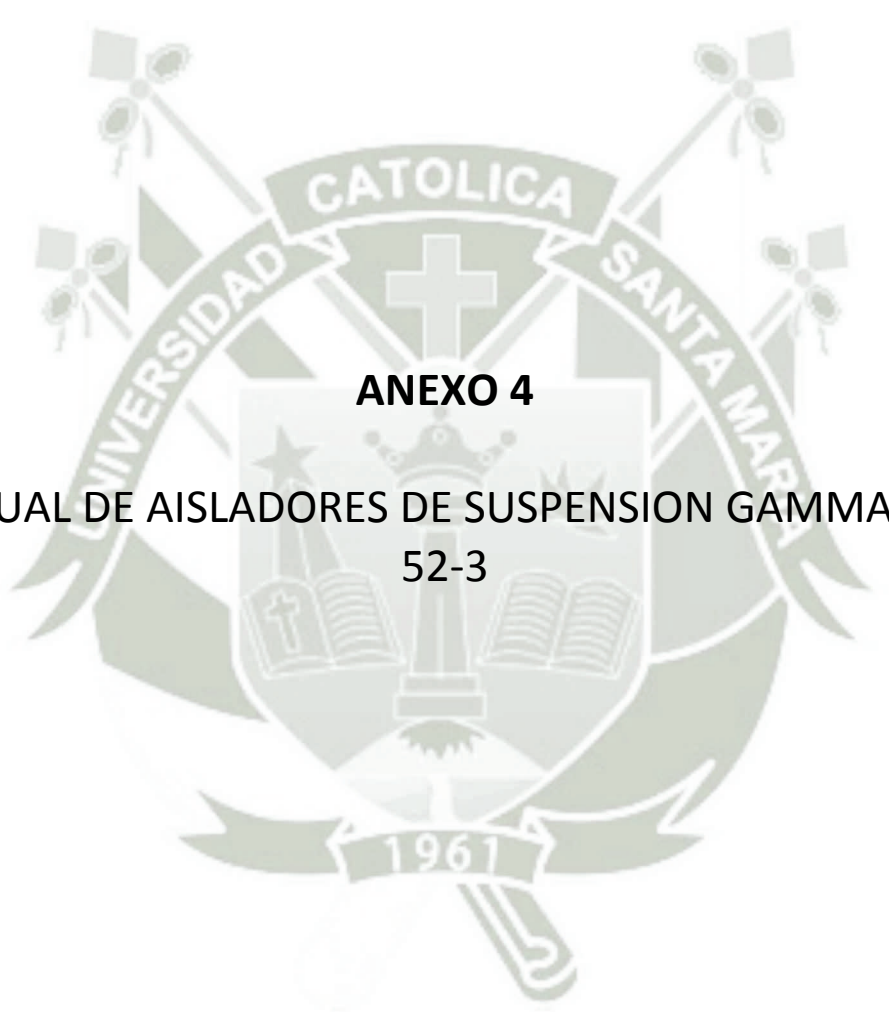
Los aisladores serán empacados individualmente en cajas de madera u otro material, lo suficientemente resistentes y con la apropiada protección, de modo que se protejan las campanas del aislador, en el manejo y transporte.

Cada caja que contenga los aisladores, deberá ser marcada con el número de aisladores, número de orden de compra, número de catalogo, descripción del contenido, y el nombre del fabricante.

Elaborado por:

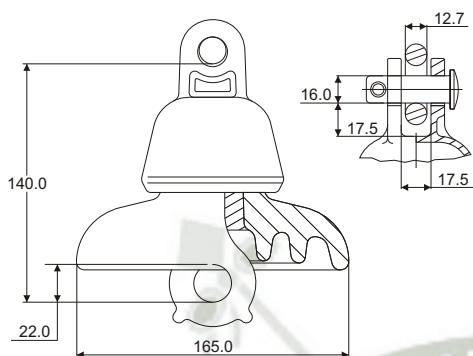
Secc. Normas y Estándares CAESS.



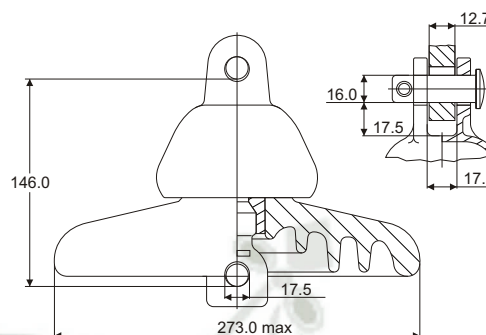


ANEXO 4
MANUAL DE AISLADORES DE SUSPENSION GAMMA ANSI
52-3

Aisladores de Suspensión Tipo Clevis



8235



8265 - 8267

NÚMERO DE CATÁLOGO	8235	8265	8267
CLASE ANSI (C29.2 - 1992)	52-1	52-4	52-4
DISTANCIAS CRÍTICAS, mm			
Distancia de arco	114	197	197
Distancia de fuga	180	300	300
VALORES MECÁNICOS			
Resistencia electromecánica, kN	44.5	67	89
Resistencia al impacto, N.m	5	6	10
Prueba de carga de rutina, kN	22	33.5	44.5
Prueba de carga sostenida, kN	27	44.5	60
Carga máxima de trabajo, kN	22	33.5	44.5
VALORES ELECTRICOS, kV			
Flameo de baja frecuencia en seco	60	80	80
Flameo de baja frecuencia en húmedo	30	50	50
Flameo crítico al impulso positivo	100	125	125
Flameo crítico al impulso negativo	100	130	130
Voltaje de perforación a baja frecuencia	80	110	110
RADIO INFLUENCIA			
Voltaje de prueba RMS a tierra, kV	7.5	10	10
RIV máximo a 1000 kHz, μ V	50	50	50

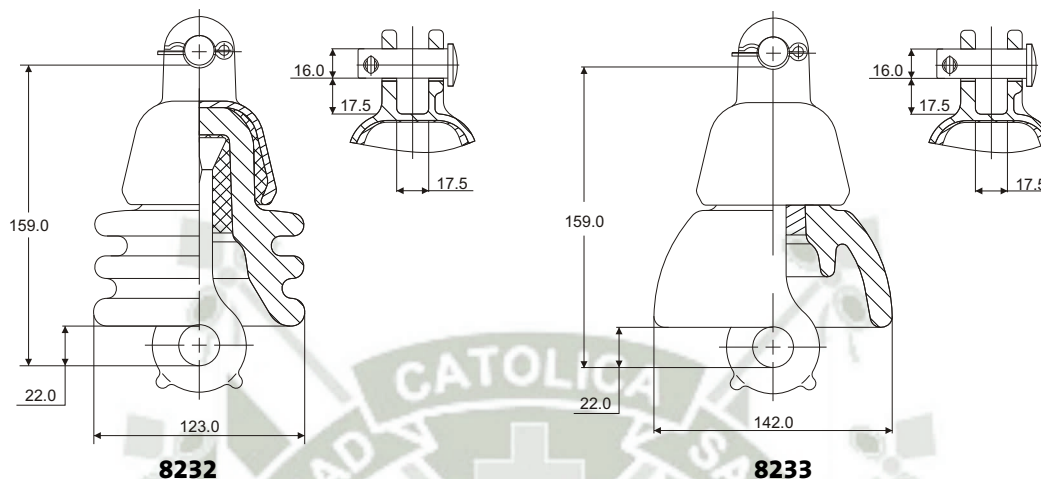
Nota 1: Esmalte café o esmalte gris ANSI 70

Nota 2: Los aisladores pueden solicitarse con doble capa de galvanizado en campana y perno para zonas contaminadas

Nota 3: Para las referencias 8265 y 8267, los aisladores pueden solicitarse con manguito de zinc en el perno para zonas contaminadas

Nota 4: Los aisladores referencias 8267 cumplen con toda la especificación según ANSI clase 52-4 Sin embargo, tienen una resistencia electromecánica mayor a la requerida por la norma

Aisladores de Suspensión Tipo Clevis

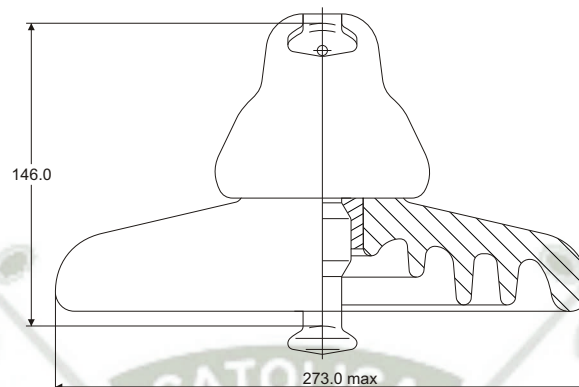


NÚMERO DE CATÁLOGO	8232	8233
CLASE ANSI (C29.2- 1992)	52-9A	52-9B
DISTANCIAS CRÍTICAS, mm		
Distancia de arco	102	102
Distancia de fuga	178	171
VALORES MECÁNICOS		
Resistencia electromecánica, kN	44.5	44.5
Resistencia al impacto, N.m	5	5
Prueba de carga de rutina, kN	22	22
Prueba de carga sostenida, kN	27	27
Carga máxima de trabajo, kN	22	22
VALORES ELÉCTRICOS, kV		
Flameo de baja frecuencia en seco	60	60
Flameo de baja frecuencia en húmedo	30	30
Flameo crítico al impulso positivo	100	100
Flameo crítico al impulso negativo	90	90
Voltaje de perforación a baja frecuencia	80	80
RADIO INFLUENCIA		
Voltaje de prueba RMS a tierra, kV	7.5	7.5
RIV máximo a 1000 kHz, μV	50	50

Nota 1: Esmalte café o esmalte gris ANSI 70

Nota 2: Los aisladores pueden solicitarse con doble capa de galvanizado en campana y perno para zonas contaminadas

Aisladores de Suspensión Tipo Cuenca y Bola



NÚMERO DE CATÁLOGO	8255	8256	8257	8258
CLASE ANSI (C29.2 - 1992)	52-3	52-3	52-3	52-5
DISTANCIAS CRÍTICAS, mm				
Distancia de arco	197	197	197	197
Distancia de fuga	300	300	300	300
VALORES MECÁNICOS				
Resistencia electromecánica, kN	67	80	89	111
Resistencia al impacto, N.m	6	6	10	10
Prueba de carga de rutina, kN	33.5	40	44.5	55.5
Prueba de carga sostenida, kN	44.5	53.5	60	67
Carga máxima de trabajo, kN	33.5	40	44.5	55.5
VALORES ELÉCTRICOS, kV				
Flameo de baja frecuencia en seco	80	80	80	80
Flameo de baja frecuencia en húmedo	50	50	50	50
Flameo crítico al impulso positivo	125	125	125	125
Flameo crítico al impulso negativo	130	130	130	130
Voltaje de perforación a baja frecuencia	110	110	110	110
RADIO INFLUENCIA				
Voltaje de prueba RMS a tierra, kV	10	10	10	10
RIV máximo a 1000 kHz, μ V	50	50	50	50

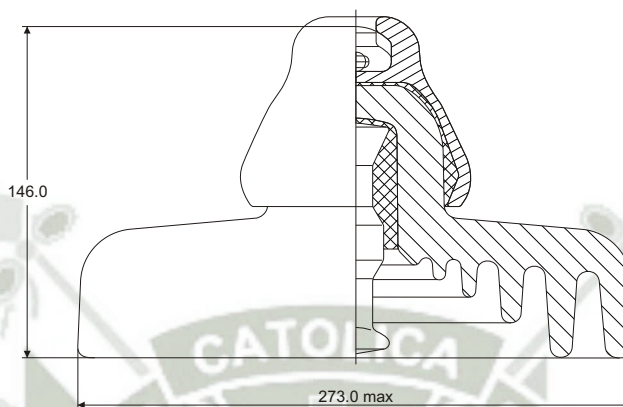
Nota 1: Esmalte café o esmalte gris ANSI 70

Nota 2: Los aisladores pueden solicitarse con doble capa de galvanizado en campana y perno para zonas contaminadas

Nota 3: Los aisladores pueden solicitarse con manguito de zinc en el perno para zonas contaminadas

Nota 4: Los aisladores referencias 8256 y 8257 cumplen con toda la especificación según ANSI clase 52-3 Sin embargo, tienen una resistencia electromecánica mayor a la requerida por la norma

Aisladores de Suspensión Tipo Fog (Cuenca y Bola)



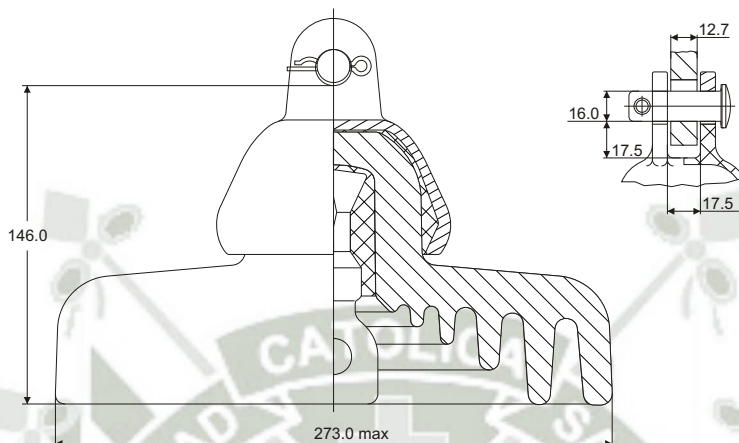
NÚMERO DE CATÁLOGO	8250	8251	8252
DISTANCIAS CRÍTICAS, mm			
Distancia de arco	229	229	229
Distancia de fuga	432	432	432
VALORES MECÁNICOS			
Resistencia electromecánica, kN	80	89	111
Resistencia al impacto, N.m	10	10	10
Prueba de carga de rutina, kN	40	44.5	55.5
Prueba de carga sostenida, kN	53.5	60	67
Carga máxima de trabajo, kN	40	44.5	55.5
VALORES ELÉCTRICOS, kV			
Flameo de baja frecuencia en seco	100	100	100
Flameo de baja frecuencia en húmedo	60	60	60
Flameo crítico al impulso positivo	150	150	150
Flameo crítico al impulso negativo	160	160	160
Voltaje de perforación a baja frecuencia	130	130	130
RADIO INFLUENCIA			
Voltaje de prueba RMS a tierra, kV	10	10	10
RIV máximo a 1000 kHz, μ V	50	50	50

Nota 1: Esmalte café o esmalte gris ANSI 70

Nota 2: Los aisladores pueden solicitarse con doble capa de galvanizado en campana y perno para zonas contaminadas

Nota 3: Los aisladores pueden solicitarse con manguito de zinc en el perno para zonas contaminadas

Aisladores de Suspensión Tipo Fog (Clevis)



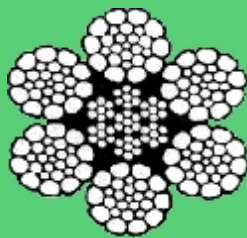
NÚMERO DE CATÁLOGO	8260	8261	8262
DISTANCIAS CRÍTICAS, mm			
Distancia de arco	229	229	229
Distancia de fuga	432	432	432
VALORES MECÁNICOS			
Resistencia electromecánica, kN	80	90	111
Resistencia al impacto, N.m	10	10	10
Prueba de carga de rutina, kN	40	44.5	55.5
Prueba de carga sostenida, kN	53.5	60	67
Carga máxima de trabajo, kN	40	44.5	55.5
VALORES ELÉCTRICOS, kV			
Flameo de baja frecuencia en seco	100	100	100
Flameo de baja frecuencia en húmedo	60	60	60
Flameo crítico al impulso positivo	150	150	150
Flameo crítico al impulso negativo	160	160	160
Voltaje de perforación a baja frecuencia	130	130	130
RADIO INFLUENCIA			
Voltaje de prueba RMS a tierra, kV	10	10	10
RIV máximo a 1000 kHz, μV	50	50	50

Nota 1: Esmalte café o esmalte gris ANSI 70

Nota 2: Los aisladores pueden solicitarse con doble capa de galvanizado en campana y perno para zonas contaminadas

Nota 3: Los aisladores pueden solicitarse con manguito de zinc en el perno para zonas contaminadas





CABLES DE RETENIDA DE EXTRA ALTA RESISTENCIA

Descripción general

Cable de acero galvanizado de extra alta resistencia EHS-Clase A

Especificaciones

Los cables de acero galvanizado de extra alta resistencia para retenida cumplen con la siguiente especificación:

- ASTM-A-475 (Cables de acero galvanizado)

Principales aplicaciones

Se usan en retenidas para postes en instalaciones eléctricas, soporte de torres de telefonía móvil, obras civiles e industria petrolera.

Características

- El material de los alambres es acero con un recubrimiento de zinc clase A
- Los cables se fabrican en construcción helicoidal, trenzado a izquierda si no se especifica lo contrario.
- Se fabrican en diámetros de 6,35 mm a 12,7 mm.
- Estos cables se proveen en carretes.

Ventajas

- Los cables de acero galvanizado son resistentes a la corrosión.
- Ofrecen una gran resistencia mecánica.
- Mayor flexibilidad por su construcción.

Especificaciones técnicas cable de retenida EHS - Clase A

Diámetro	Número de hilos	Diámetro de cada hilo	Carga mínima de ruptura por tensión	Contenido mínimo del recubrimiento de zinc	Peso total aproximado
mm (pulg)		mm	kN	g / m	kg / km
6,35 (1/4)	7	2,03	8,452	183	180,45
7,94 (5/16)	7	2,64	14,234	244	305,12
9,52 (3/8)	7	3,05	18,905	259	406,82
12,7 (½)	7	4,19	32,917	275	767,72

ANEXO 6

UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE CARGA EN EL PERU





MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD

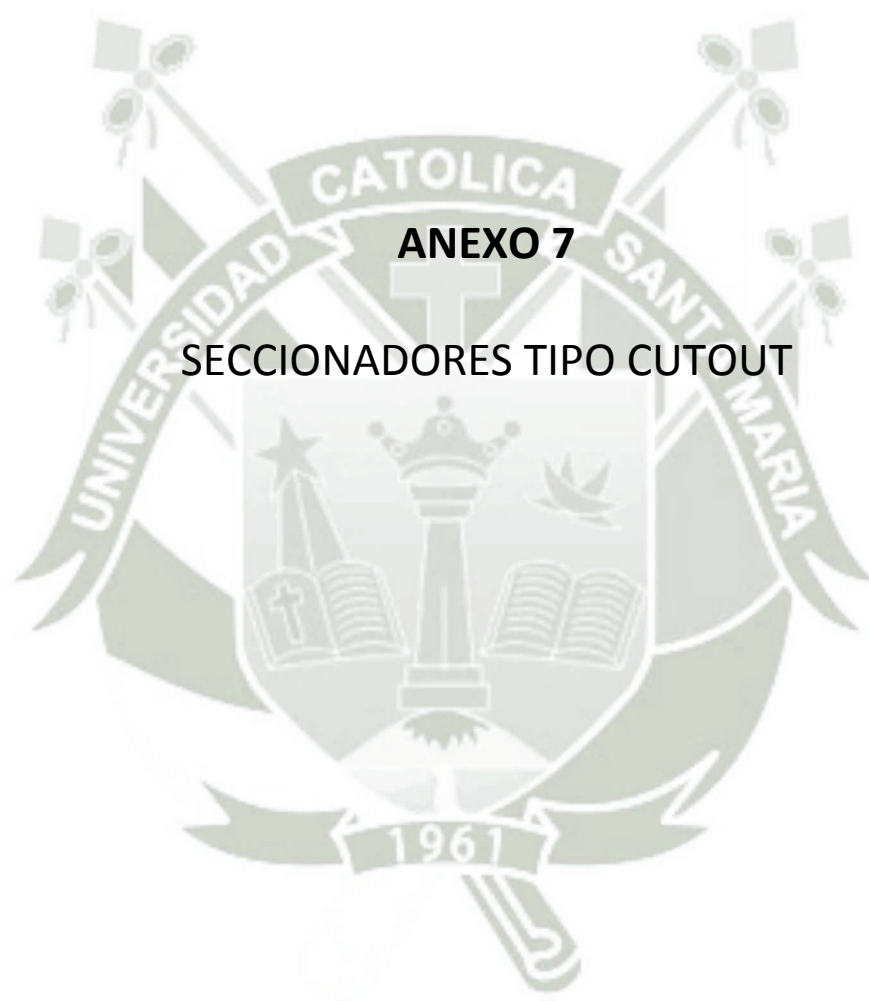


UBICACIÓN DE LA ZONAS DE CARGA EN EL PERÚ



MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD





Seccionador Polimérico

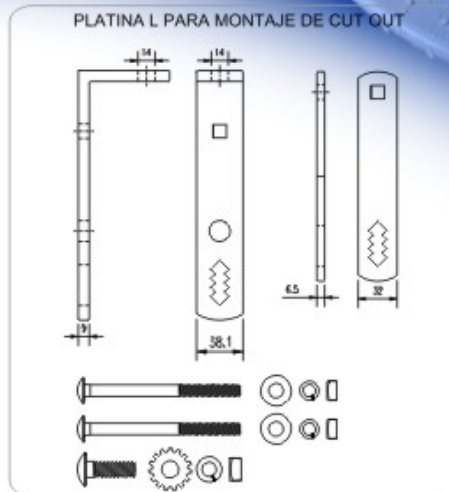
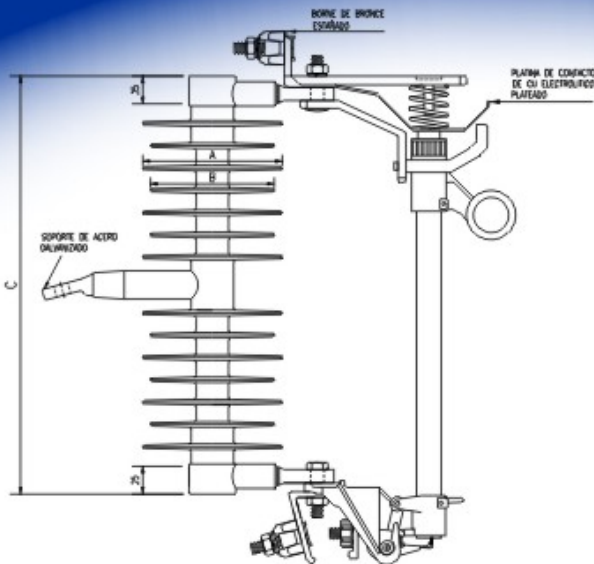
Tipo Cut Out



Serie STCO 27-38 KV

Serie STCO 27 - 38 KV

Especificaciones Técnicas



► CARACTERÍSTICAS:

Los Cut Out poliméricos de silicona de la serie STCO, están constituidos por materiales de la más alta calidad y durabilidad.

El aislamiento elastomérico está conformado por Goma de Silicona de la más alta consistencia tipo HTV de Dow Corning y el núcleo del aislador es una barra de Fiberglass Round Rod del tipo ECR, el cual otorga una gran resistencia mecánica a la tracción, flexión y torsión.

La herrajería y pernería está fabricada en bronce forjado y acero inoxidable ideal para servicios en la costa.

► VENTAJAS:

- > Excelente control de la corriente de fuga
- > Resistencia a la severa contaminación ambiental
- > Buena resistencia a la formación de hongos

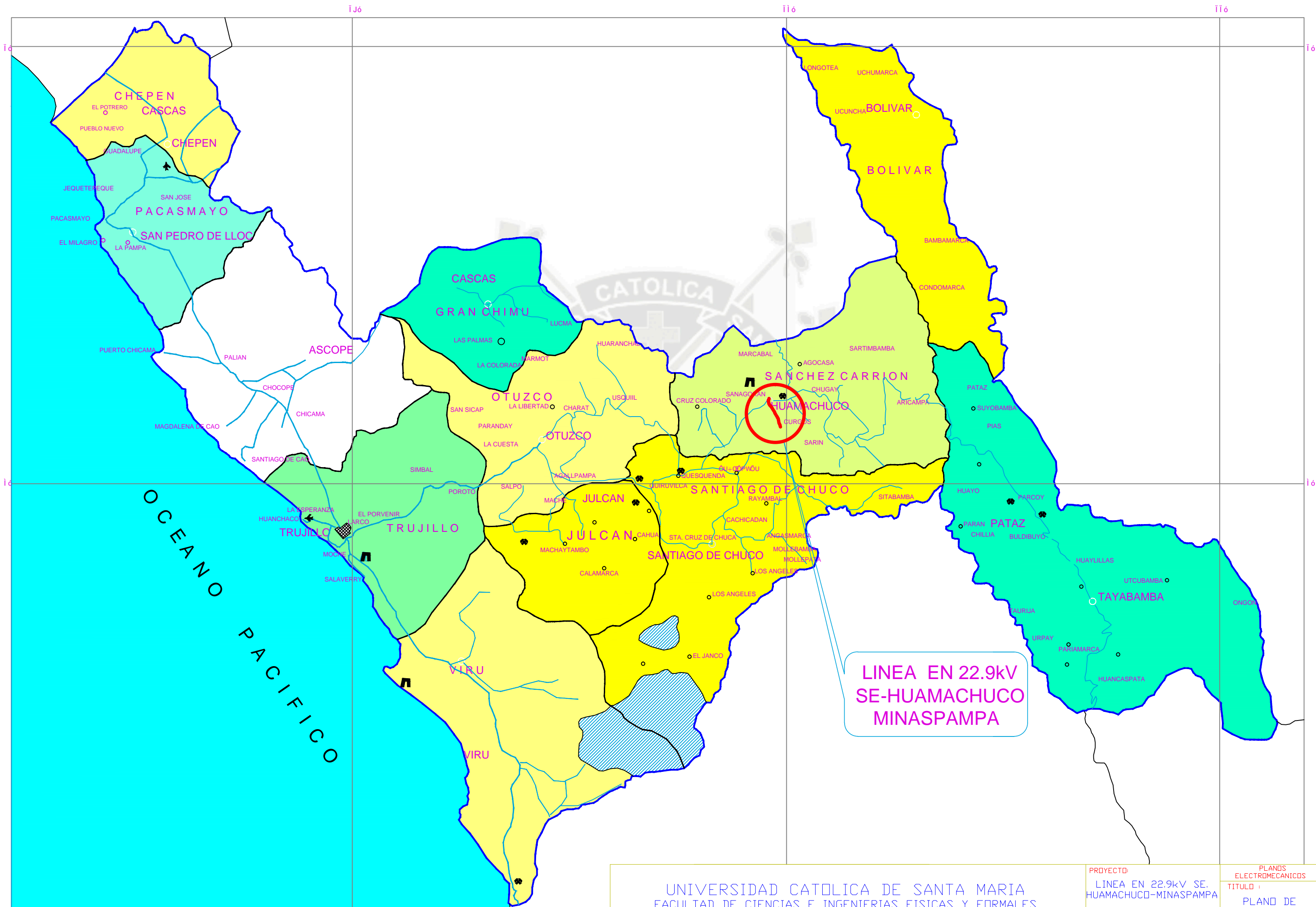
- > Excelente resistencia a los rayos UV
- > Facilidad y mínimo costo de instalación
- > Alta resistencia mecánica y buena absorción de impactos
- > Hidrofobicidad natural, químicamente propia de la silicona
- > Aislante de goma de silicona de alto nivel de resistencia al Tracking.

Se emplea como seccionador fusible tipo expulsión para protección de transformadores, bancos de condensadores, sub-estaciones de maniobra, derivaciones y otras aplicaciones industriales de 15kV, 28kV y 36kV, especialmente en zonas con alta contaminación, niebla salina y en instalaciones cercanas al mar.

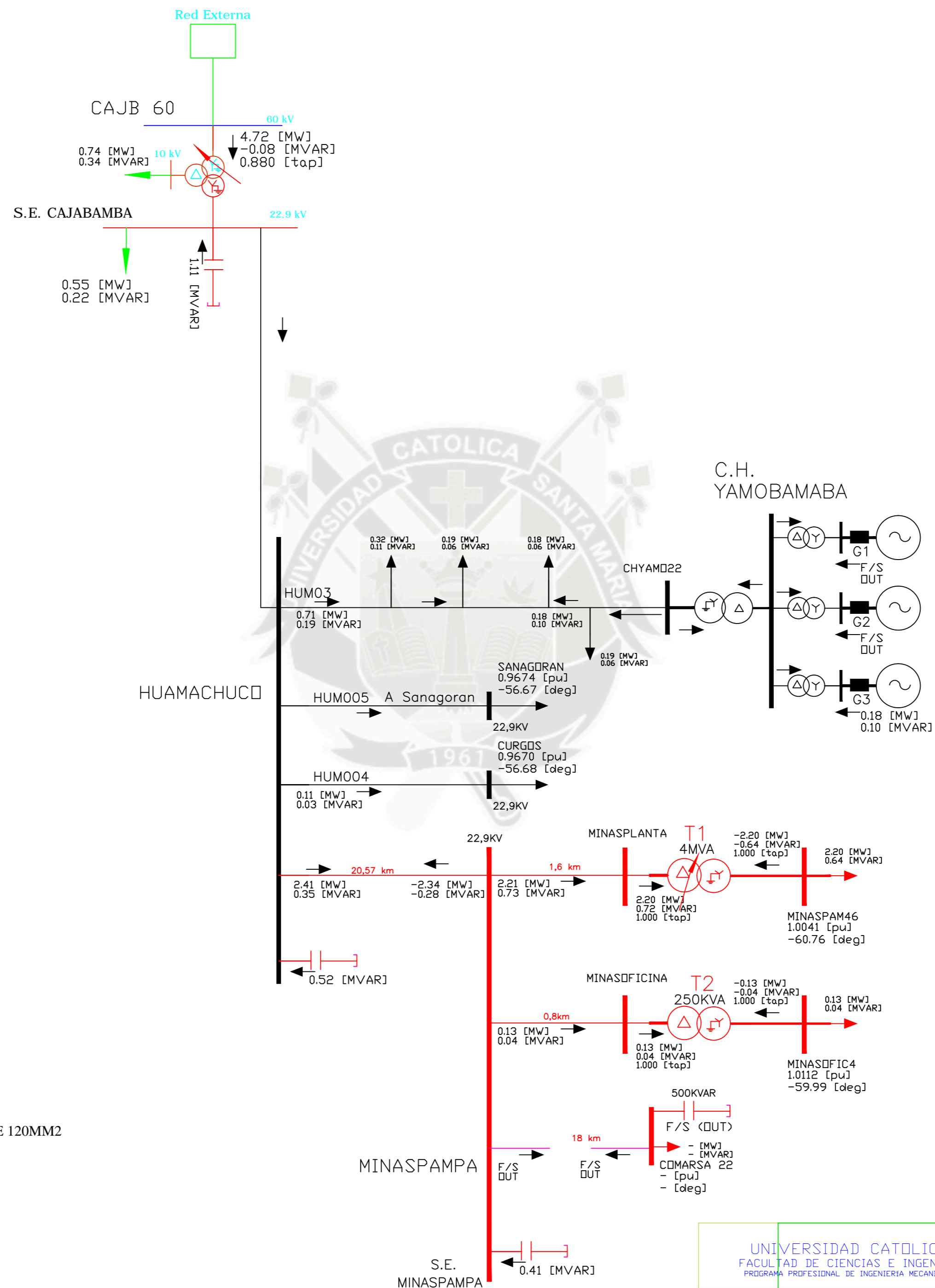
► ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

STCO 27-38

DIMENSIONES		
A (Aleta mayor)	mm	125
B (Aleta menor)	mm	111
C (Altura)	mm	375
PROPIEDADES MECANICAS		
Corriente Nominal	A	100
Corriente de Cortocircuito Simétrica	KA	8
Corriente de Cortocircuito Asimétrica	KA	12
Prolongador	Standard	Si
PROPIEDADES ELECTRICAS		
Tensión Máxima de Servicio	Kv	27-38
Tensión de Impulso Negativo	Kv	180
Tensión de Impulso Positivo	Kv	150
Flashover en Seco a 60 Hz	Kv	95
Flashover en Húmedo a 60 Hz	Kv	75
Nivel de radio Influencia a 1.0 Mz	uV	10 a 20 KV
Distancia de Arco	mm	190
Línea de Fuga	mm	900
Numero de Aletas	Und	14
Nivel de Tracking ASTM D 2303 - IEC 60587	Kv	6 @ 6h
Clase de Contaminación IEC 815	*	IV
Prueba de envejecimiento IEC 1109-C	Hr	5000



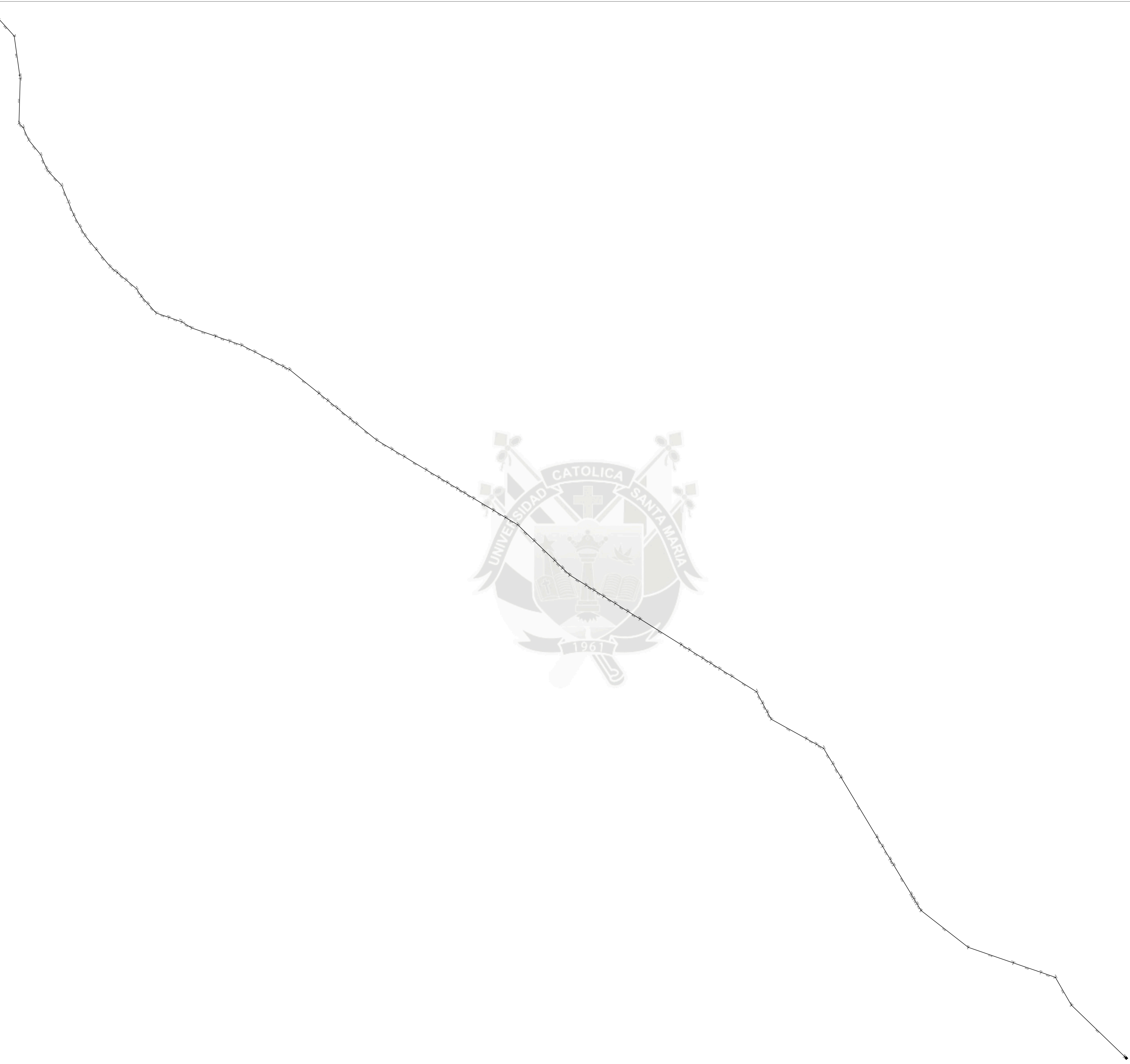
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA, MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA		PROYECTO: LINEA EN 22.9kV SE. HUAMACHUCO-MINASPAMPA	PLANOS ELECTROMECHANICOS TITULO : PLANO DE UBICACION
		PLANO N° : 01	ESCALA : s/n
DIBUJADO POR : Bach. W. Santos	REVISADO POR : Ing. L. Chirinos	APROBADO POR : Ing. G. Chani	FECHA ENERO 2013



LT 22,9 HUAMACHUCO-MINASPAMPA CON CONDUCTOR DE 120MM2

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA, MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA		PROYECTO: LINEA EN 22,9KV HUAMACHUCO-MINASPAMPA	PLANOS ELECTROMECHANICOS TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR
DIBUJADO POR : Bach. W. Santos REVISADO POR : Ing. L. Chirinos APROBADO POR : Ing. G. Chani		PLANO N° : 02 FECHA : ENERO 2013	ESCALA : INDICADA

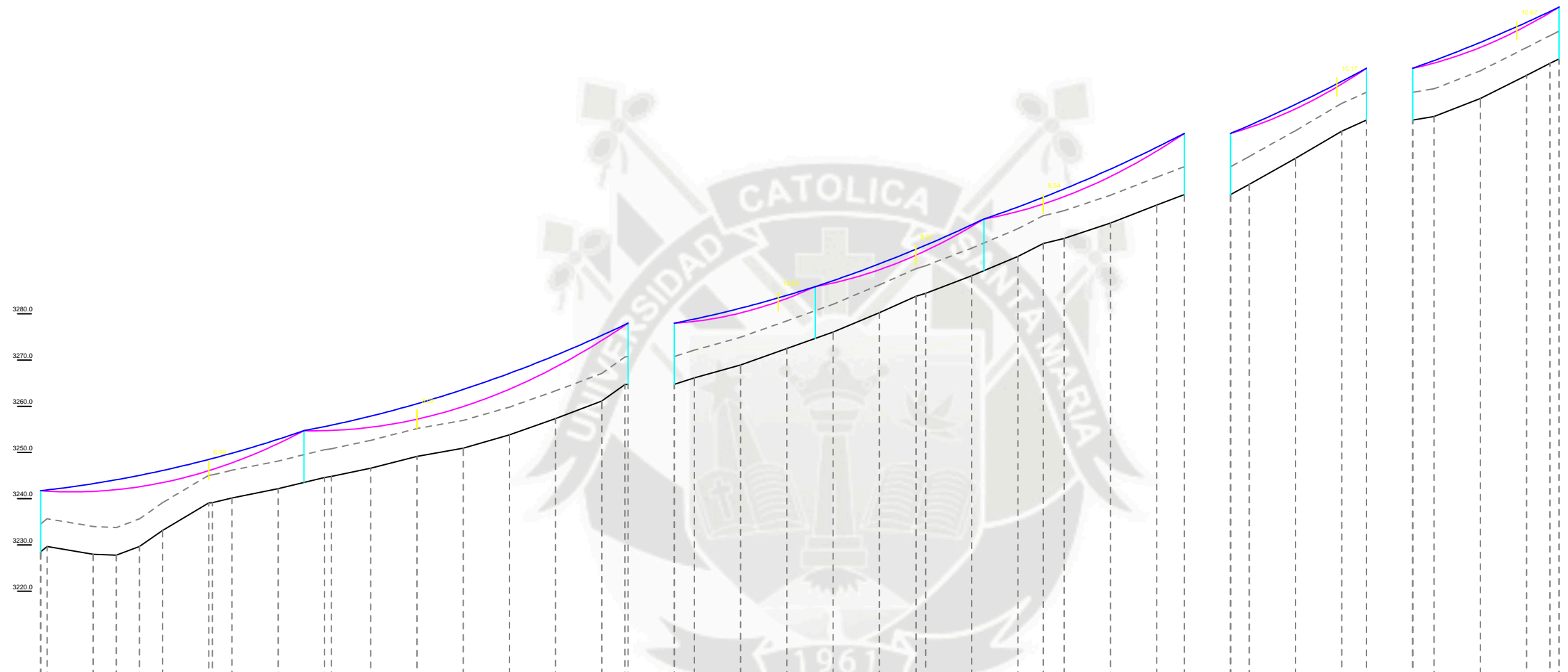
S.E. HUAMACHUCO



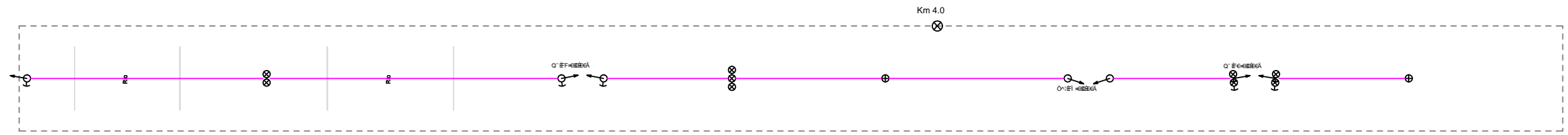
S.E. MINASPAMPA

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA, MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA	PROYECTO: LINEA EN 22.9KV HUAMACHUCO-MINASPAMPA	PLANOS ELECTROMECANICOS TITULO: RUTA DE LA LINEA
	PLANO N° : 03	ESCALA : INDICADA
DIBUJADO POR : Bach. W. Santos	REVISADO POR : Ing. L. Chirinos	APROBADO POR : Ing. G. Charí
FECHA : ENERO 2013		

N° DE ESTRUCTURA	16	17	18	18	19	20	21	21	22	22	23
TIPO ARMADO	WPA3-3	WPSH-3	WPA3-3	WPA3-3	WPA3-3	WPSVE	WDS-3G	WDS-3G	WPSH-3	WPSH-3	WPSVE
POSTE / SOPORTE	15400	13-V	15400	15400	13-V	13-V	15400	15400	13-V	13-V	13-V



ESTACIÓN	
DISTANCIA PARCIAL	227.81
DISTANCIA ACUMULADA	3174.47, 3182.00, 3220.00, 3240.00, 3260.00, 3280.00, 3320.00, 3340.00, 3380.00, 3402.28, 3420.00, 3442.88, 3460.00, 3500.00, 3540.00, 3580.00, 3620.00, 3660.00, 3684.76, 3700.00, 3740.00, 3780.00, 3804.58, 3820.00, 3860.00, 3900.00, 3940.00, 3980.00, 4020.00, 4060.00, 4100.00, 4120.78, 4120.78, 4140.00, 4180.00, 4220.00, 4241.39, 4241.39, 4260.00, 4300.00, 4340.00, 4360.14, 4367.99
COTA DE TERRENO	3228.84, 3228.88, 3228.01, 3227.78, 3229.66, 3223.16, 3228.99, 3240.17, 3242.16, 3243.52, 3244.61, 3244.81, 3246.63, 3248.18, 3250.03, 3253.81, 3257.34, 3261.11, 3264.76, 3264.76, 3266.14, 3268.83, 3272.46, 3274.67, 3276.06, 3280.24, 3283.76, 3284.39, 3288.19, 3289.29, 3292.40, 3295.19, 3296.29, 3298.63, 3303.53, 3305.79, 3306.79, 3308.00, 3313.59, 3319.48, 3321.87, 3321.87, 3321.87, 3322.64, 3326.53, 3331.57, 3334.13, 3335.10
TIPO DE TERRENO	
PROPIETARIO	



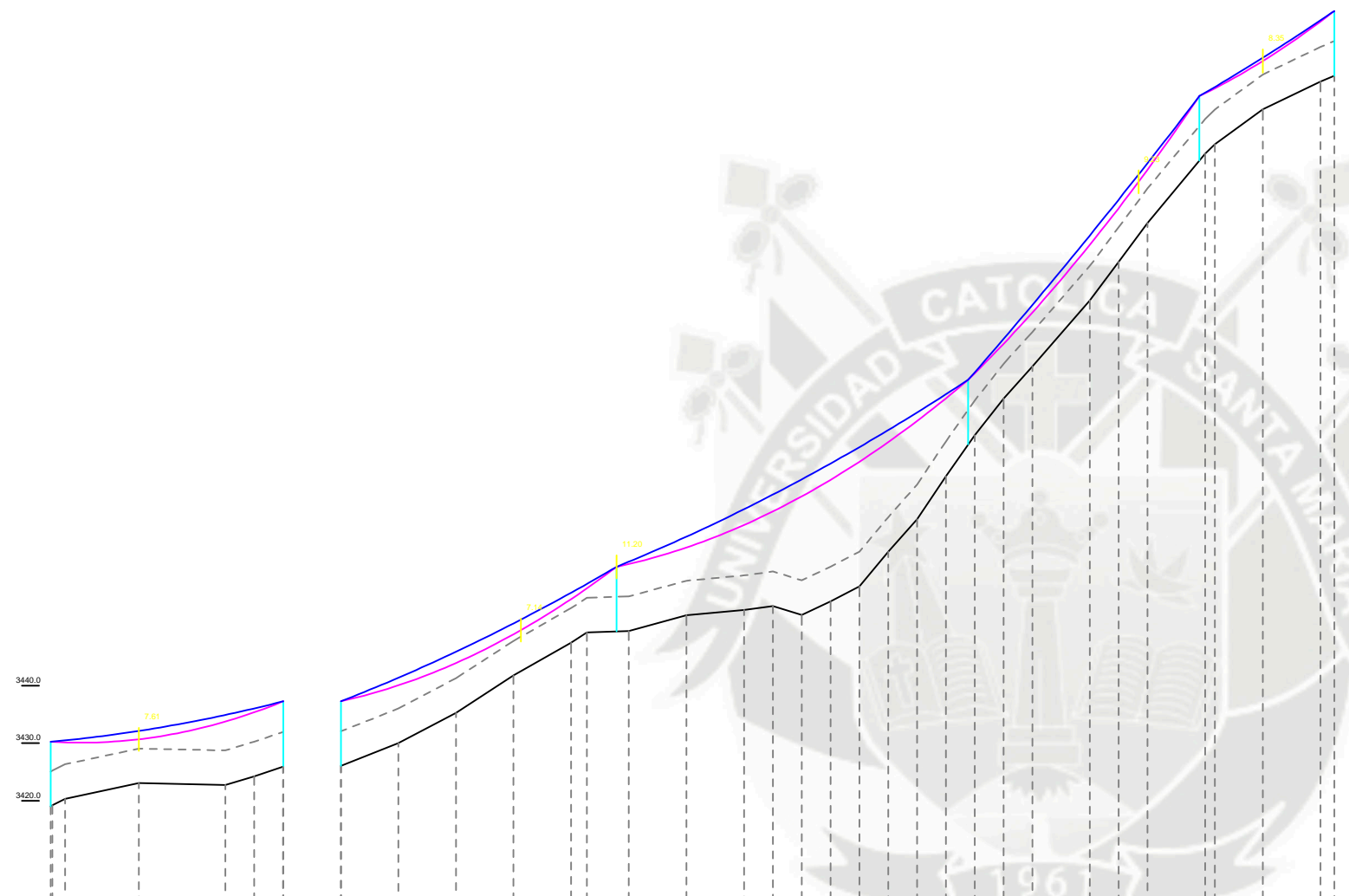
5					
4					
3					
2					
1					
>>	00000000 >	FECHA	06/03	04/03	05/03

CONTRATISTA / CONSULTOR:	SUPERVISION:	FORMATO:
		A-1

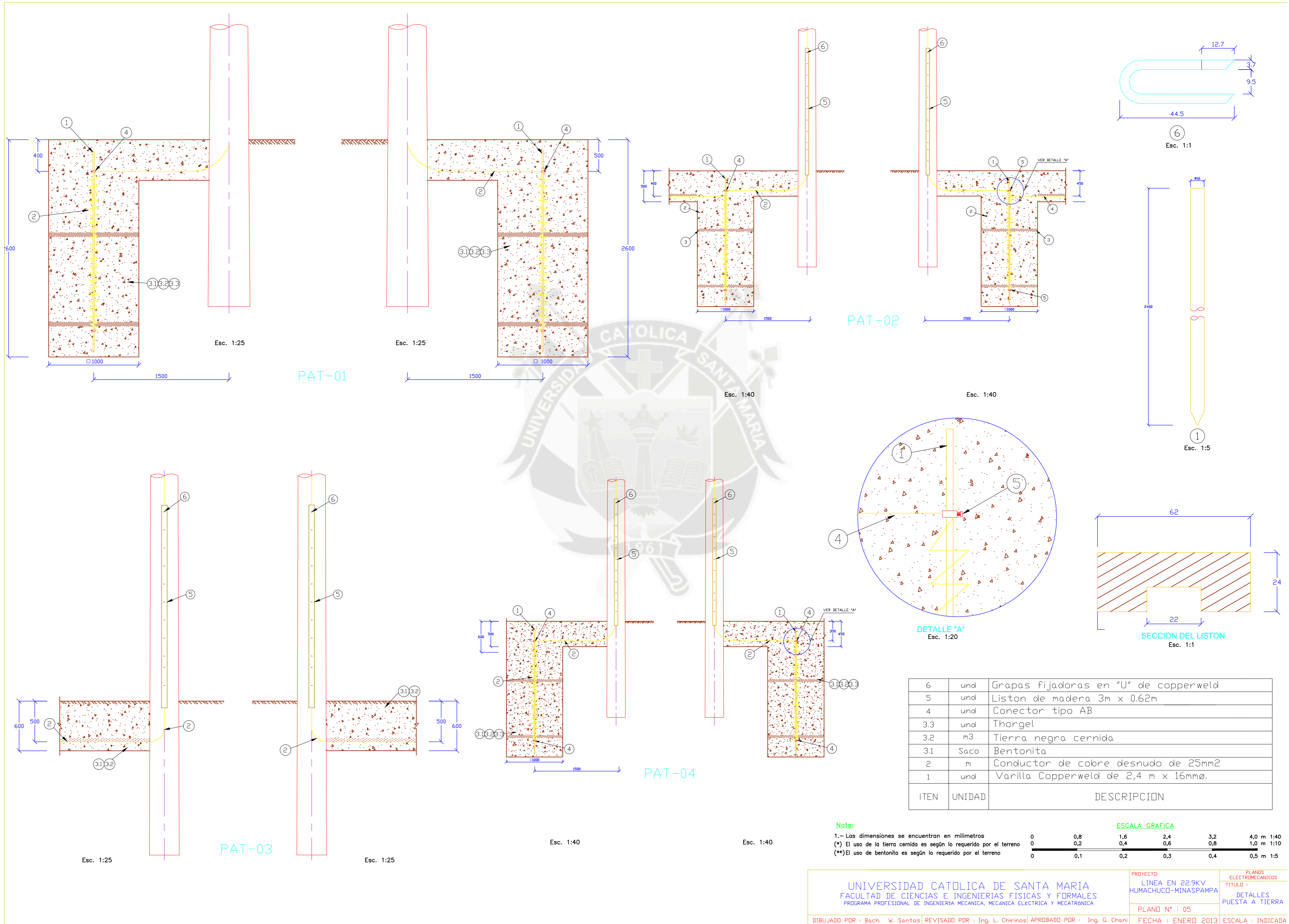
L.T. 22,9 KV HUAMACHUCO-MINASPAMPA PERFIL Y PLANIMETRIA		
3+174.47Km A 4+367.99Km		
DPTO./SIST.:	PROV.:	DIST.:
LA LIBERTAD	HUMACHUCO	VIÑAS
DIS.:	DIB.:	APR.:
	W.S.M	C.POMA

FECHA :	PLANO N°:
ENERO 2013	4
ESCALA :	HOJA :
H = 1/2000 V = 1/500	4.4

N° DE ESTRUCTURA	29	30	30	31	32	33	34
TIPO ARMADO	WPSH-3	WPSH-3	WPSH-3	WPSH-3	WPSH-3	WPSH-3	WPSH-3
POSTE / SOPORTE	13-V	13-V	13-V	13-V	13-V	13-V	13-V



ESTACIÓN	
DISTANCIA PARCIAL	161.55 191.12 244.05 160.47 93.60
DISTANCIA ACUMULADA	5548.74 5660.00 5770.00 5880.00 5990.00 6100.00 6210.00 6320.00 6430.00 6540.00 6650.00 6760.00 6870.00 6980.00 7090.00 7200.00 7310.00 7420.00 7530.00 7640.00 7750.00 7860.00 7970.00 8080.00 8190.00 8300.00 8410.00 8520.00 8630.00 8740.00 8850.00 8960.00 9070.00 9180.00 9290.00 9400.00 9510.00 9620.00 9730.00 9840.00 9950.00 10060.00 10170.00 10280.00 10390.00 10500.00 10610.00 10720.00 10830.00 10940.00 11050.00 11160.00 11270.00 11380.00 11490.00 11600.00 11710.00 11820.00 11930.00 12040.00 12150.00 12260.00 12370.00 12480.00 12590.00 12700.00 12810.00 12920.00 13030.00 13140.00 13250.00 13360.00 13470.00 13580.00 13690.00 13800.00 13910.00 14020.00 14130.00 14240.00 14350.00 14460.00 14570.00 14680.00 14790.00 14900.00 15010.00 15120.00 15230.00 15340.00 15450.00 15560.00 15670.00 15780.00 15890.00 16000.00 16110.00 16220.00 16330.00 16440.00 16550.00 16660.00 16770.00 16880.00 16990.00 17100.00 17210.00 17320.00 17430.00 17540.00 17650.00 17760.00 17870.00 17980.00 18090.00 18200.00 18310.00 18420.00 18530.00 18640.00 18750.00 18860.00 18970.00 19080.00 19190.00 19300.00 19410.00 19520.00 19630.00 19740.00 19850.00 19960.00 20070.00 20180.00 20290.00 20400.00 20510.00 20620.00 20730.00 20840.00 20950.00 21060.00 21170.00 21280.00 21390.00 21500.00 21610.00 21720.00 21830.00 21940.00 22050.00 22160.00 22270.00 22380.00 22490.00 22600.00 22710.00 22820.00 22930.00 23040.00 23150.00 23260.00 23370.00 23480.00 23590.00 23700.00 23810.00 23920.00 24030.00 24140.00 24250.00 24360.00 24470.00 24580.00 24690.00 24800.00 24910.00 25020.00 25130.00 25240.00 25350.00 25460.00 25570.00 25680.00 25790.00 25900.00 26010.00 26120.00 26230.00 26340.00 26450.00 26560.00 26670.00 26780.00 26890.00 27000.00 27110.00 27220.00 27330.00 27440.00 27550.00 27660.00 27770.00 27880.00 27990.00 28100.00 28210.00 28320.00 28430.00 28540.00 28650.00 28760.00 28870.00 28980.00 29090.00 29200.00 29310.00 29420.00 29530.00 29640.00 29750.00 29860.00 29970.00 30080.00 30190.00 30300.00 30410.00 30520.00 30630.00 30740.00 30850.00 30960.00 31070.00 31180.00 31290.00 31400.00 31510.00 31620.00 31730.00 31840.00 31950.00 32060.00 32170.00 32280.00 32390.00 32500.00 32610.00 32720.00 32830.00 32940.00 33050.00 33160.00 33270.00 33380.00 33490.00 33600.00 33710.00 33820.00 33930.00 34040.00 34150.00 34260.00 34370.00 34480.00 34590.00 34700.00 34810.00 34920.00 35030.00 35140.00 35250.00 35360.00 35470.00 35580.00 35690.00 35800.00 35910.00 36020.00 36130.00 36240.00 36350.00 36460.00 36570.00 36680.00 36790.00 36900.00 37010.00 37120.00 37230.00 37340.00 37450.00 37560.00 37670.00 37780.00 37890.00 38000.00 38110.00 38220.00 38330.00 38440.00 38550.00 38660.00 38770.00 38880.00 38990.00 39100.00 39210.00 39320.00 39430.00 39540.00 39650.00 39760.00 39870.00 39980.00 40090.00 40200.00 40310.00 40420.00 40530.00 40640.00 40750.00 40860.00 40970.00 41080.00 41190.00 41300.00 41410.00 41520.00 41630.00 41740.00 41850.00 41960.00 42070.00 42180.00 42290.00 42400.00 42510.00 42620.00 42730.00 42840.00 42950.00 43060.00 43170.00 43280.00 43390.00 43500.00 43610.00 43720.00 43830.00 43940.00 44050.00 44160.00 44270.00 44380.00 44490.00 44600.00 44710.00 44820.00 44930.00 45040.00 45150.00 45260.00 45370.00 45480.00 45590.00 45700.00 45810.00 45920.00 46030.00 46140.00 46250.00 46360.00 46470.00 46580.00 46690.00 46800.00 46910.00 47020.00 47130.00 47240.00 47350.00 47460.00 47570.00 47680.00 47790.00 47900.00 48010.00 48120.00 48230.00 48340.00 48450.00 48560.00 48670.00 48780.00 48890.00 49000.00 49110.00 49220.00 49330.00 49440.00 49550.00 49660.00 49770.00 49880.00 49990.00 50100.00 50210.00 50320.00 50430.00 50540.00 50650.00 50760.00 50870.00 50980.00 51090.00 51200.00 51310.00 51420.00 51530.00 51640.00 51750.00 51860.00 51970.00 52080.00 52190.00 52300.00 52410.00 52520.00 52630.00 52740.00 52850.00 52960.00 53070.00 53180.00 53290.00 53400.00 53510.00 53620.00 53730.00 53840.00 53950.00 54060.00 54170.00 54280.00 54390.00 54500.00 54610.00 54720.00 54830.00 54940.00 55050.00 55160.00 55270.00 55380.00 55490.00 55600.00 55710.00 55820.00 55930.00 56040.00 56150.00 56260.00 56370.00 56480.00 56590.00 56700.00 56810.00 56920.00 57030.00 57140.00 57250.00 57360.00 57470.00 57580.00 57690.00 57800.00 57910.00 58020.00 58130.00 58240.00 58350.00 58460.00 58570.00 58680.00 58790.00 58900.00 59010.00 59120.00 59230.00 59340.00 59450.00 59560.00 59670.00 59780.00 59890.00 60000.00 60110.00 60220.00 60330.00 60440.00 60550.00 60660.00 60770.00 60880.00 60990.00 61100.00 61210.00 61320.00 61430.00 61540.00 61650.00 61760.00 61870.00 61980.00 62090.00 62200.00 62310.00 62420.00 62530.00 62640.00 62750.00 62860.00 62970.00 63080.00 63190.00 63300.00 63410.00 63520.00 63630.00 63740.00 63850.00 63960.00 64070.00 64180.00 64290.00 64400.00 64510.00 64620.00 64730.00 64840.00 64950.00 65060.00 65170.00 65280.00 65390.00 65500.00 65610.00 65720.00 65830.00 65940.00 66050.00 66160.00 66270.00 66380.00 66490.00 66600.00 66710.00 66820.00 66930.00 67040.00 67150.00 67260.00 67370.00 67480.00 67590.00 67700.00 67810.00 67920.00 68030.00 68140.00 68250.00 68360.00 68470.00 68580.00 68690.00 68800.00 68910.00 69020.00 69130.00 69240.00 69350.00 69460.00 69570.00 69680.00 69790.00 69900.00 70010.00 70120.00 70230.00 70340.00 70450.00 70560.00 70670.00 70780.00 70890.00 71000.00 71110.00 71220.00 71330.00 71440.00 71550.00 71660.00 71770.00 71880.00 71990.00 72100.00 72210.00 72320.00 72430.00 72540.00 72650.00 72760.00 72870.00 72980.00 73090.00 73200.00 73310.00 73420.00 73530.00 73640.00 73750.00 73860.00 73970.00 74080.00 74190.00 74300.00 74410.00 74520.00 74630.00 74740.00 74850.00 74960.00 75070.00 75180.00 75290.00 75400.00 75510.00 75620.00 75730.00 75840.00 75950.00 76060.00 76170.00 76280.00 76390.00 76500.00 76610.00 76720.00 76830.00 76940.00 77050.00 77160.00 77270.00 77380.00 77490.00 77600.00 77710.00 77820.00 77930.00 78040.00 78150.00 78260.00 78370.00 78480.00 78590.00 78700.00 78810.00 78920.00 79030.00 79140.00 79250.00 79360.00 79470.00 79580.00 79690.00 79800.00 79910.00 80020.00 80130.00 80240.00 80350.00 80460.00 80570.00 80680.00 80790.00 80900.00 81010.00 81120.00 81230.00 81340.00 81450.00 81560.00 81670.00 81780.00 81890.00 82000.00 82110.00 82220.00 82330.00 82440.00 82550.00 82660.00 82770.00 82880.00 82990.00 83100.00 83210.00 83320.00 83430.00 83540.00 83650.00 83760.00 83870.00 83980.00 84090.00 84200.00 84310.00 84420.00 84530.00 84640.00 84750.00 84860.00 84970.00 85080.00 85190.00 85300.00 85410.00 85520.00 85630.00 85740.00 85850.00 85960.00 86070.00 86180.00 86290.00 86400.00 86510.00 86620.00 86730.00 86840.00 86950.00 87060.00 87170.00 87280.00 87390.00 87500.00 87610.00 87720.00 87830.00 87940.00 88050.00 88160.00 88270.00 88380.00 88490.00 88600.00 88710.00 88820.00 88930.00 89040.00 89150.00 89260.00 89370.00 89480.00 89590.00 89700.00 89810.00 89920.00 90030.00 90140.00 90250.00 90360.00 90470.00 90580.00 90690.00 90800.00 90910.00 91020.00 91130.00 91240.00 91350.00 91460.00 91570.00 91680.00 91790.00 91900.00 92010.00 92120.00 92230.00 92340.00 92450.00 92560.00 92670.00 92780.00 92890.00 93000.00 93110.00 93220.00 93330.00 93440.00 93550.00 93660.00 93770.00 93880.00 93990.00 94100.00 94210.00 94320.00 94430.00 94540.00 94650.00 94760.00 94870.00 94980.00 95090.00 95200.00 95310.00 95420.00 95530.00 95640.00 95750.00 95860.00 95970.00 96080.00 96190.00 96300.00 96410.00 96520.00 96630.00 96740.00 96850.00 96960.00 97070.00 97180.00 97290.00 97400.00 97510.00 97620.00 97730.00 97840.00 97950.00 98060.00 98170.00 98280.00 98390.00 98500.00 98610.00 98720.00 98830.00 98940.00 99050.00 99160.00 99270.00 99380.00 99490.00 99600.00 99710.00 99820.00 99930.00 100040.00 100150.00 100260.00 100370.00 100480.00 100590.00 100700.00 100810.00 100920.00 101030.00 101140.00 101250.00 101360.00 101470.00 101580.00 101690.00 101800.00 101910.00 102020.00 102130.00 102240.00 102350.00 102460.00 102570.00 102680.00 102790.00 102900.00 103010.00 103120.00 103230.00 103340.00 103450.00 103560.00 103670.00 103780.00 103890.00 104000.00 104110.00 104220.00 104330.00 104440.00 104550.00 104660.00 104770.00 104880.00 104990.00 105100.00 105210.00 105320.00 105430.00 105540.00 105650.00 105760.00 105870.00 105980.00 106090.00 106200.00 106310.00 106420.00 106530.00 106640.00 106750.00 106860.00 106970.00 107080.00 107190.00 107300.00 107410.00 107520.00 107630.00 107740.00 107850.00 107960.00 108070.00 108180.00 108290.00 108400.00 108510.00 108620.00 108730.00 108840.00 108950.00 109060.00 109170.00 109280.00 109390.00 109500.00 109610.00 109720.00 109830.00 109940.00 110050.00 110160.00 110270.00 110380.00 110490.00 110600.00 110710.00 110820.00 110930.00 111040.00 111150.00 111260.00 111370.00 111480.00 111590.00 111700.00 111810.00 111920.00 112030.00 112140.00 112250.00 112360.00 112470.00 112580.00 112690.00 112800.00 112910.00 113020.00 113130.00 113240.00 113350.00 113460.00 113570.00 113680.00 113790.00 113900.00 114010.00 114120.00 114230.00 114340.00 114450.00 114560.00 114670.00 114780.00 114890.00 115000.00 115110.00 115220.00 115330.00 115440.00 115550.00 115660.00 115770.00 115880.00 115990.00 116100.00 116210.00 116320.00 116430.00 116540.00 116650.00 116760.00 116870.00 116980.00 117090.00 117200.00 117310.00 117420.00 117530.00 117640.00 117750.00 117860.00 117970.00 118080.00 118190.00 118300.00 118410.00 118520.00 118630.00 118740.00 118850.00 118960.00 119070.00 119180.00 119290.00 119400.00 119510.00 119620.00 119730.00 119840.00 119950.00 120060.00 120170.00 120280.00 120390.00 120500.00 120610.00 120720.00 120830.00 120940.00 121050.00 121160.00 121270.00 121380.00 121490.00 121600.00 121710.00 121820.00 121930.00 122040.00 122150.00 122260.00 122370.00 122480.00 122590.00 122700.00 122810.00 122920.00 123030.00 123140.00 123250.00 123360.00 123470.00 123580.00 123690.00 123800.00 123910.00 124020.00 124130.00 124240.00 124350.00 124460.00 124570.00 124680.00 124790.00 124900.00 125010.00 125120.00 125230.00 125340.00 125450.00 125560.00 125670.00 125780.00 125890.00 126000.00 126110.00 126220.00 126330.00 126440.00 126550.00 126660.00 126770.00 126880.00 126990.00 127100.00 127210.00 127320.00 127430.00 127540.00 127650.00 127760.00 127870.00 127980.00 128090.00 128200.00 128310.00 128420.00 128530.00 128640.00 128750.00 128860.00 128970.00 129080.00 129190.00 129300.00 129410.00 129520.00 129630.00 129740.00 129850.00 129960.00 130070.00 130180.00 130290.00 130400.00 130510.00 130620.00 130730.00 130840.00 130950.00 131060.00 131170.00 131280.00 131390.00 131500.00 131610.00 131720.00 131830.00 131940.00 132050.00 132160.00 132270.00 132380.00 132490.00 132600.00 132710.00

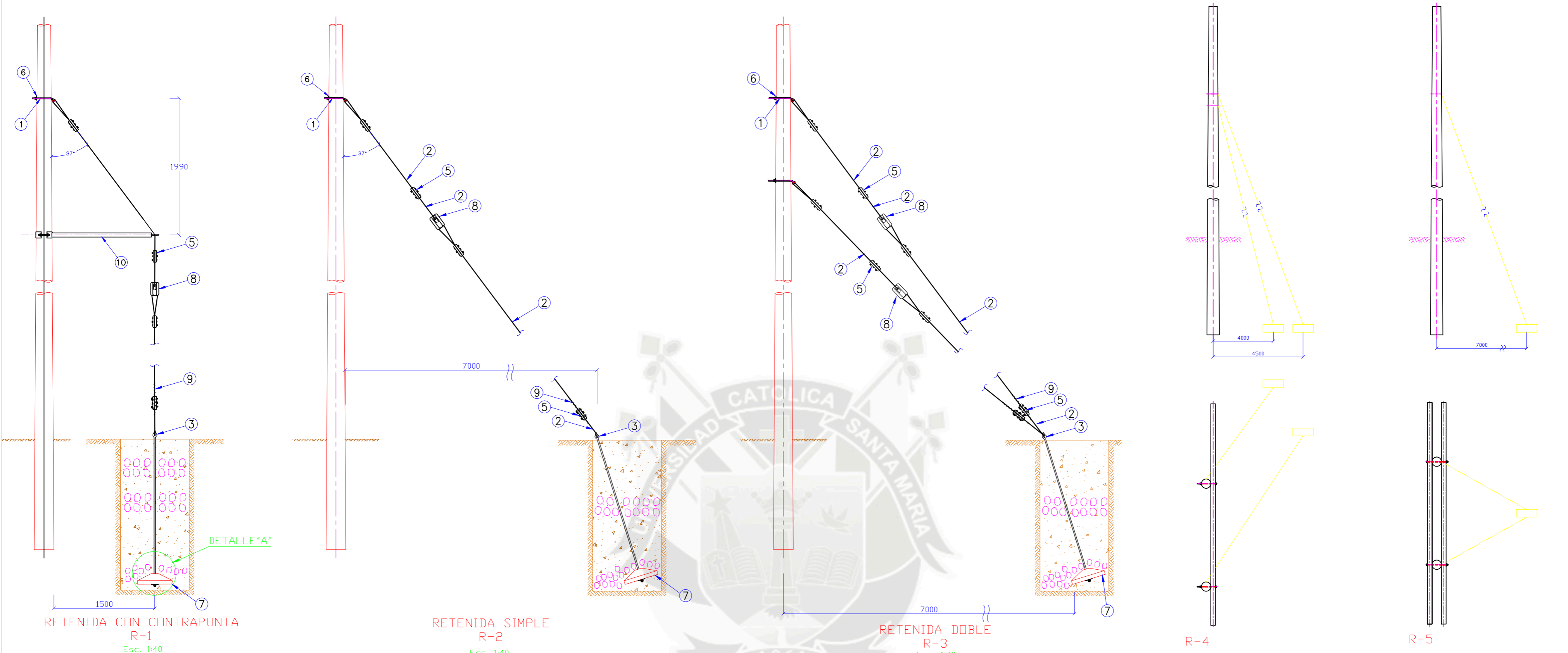


ITEN	UNIDAD	DESCRIPCION
6	und	Grapas fijadoras en "U" de copperweld
5	und	Liston de madera 3m x 0.62m
4	und	Conector tipo AB
3.3	und	Thorgel
3.2	m3	Tierra negra cernida
3.1	Saco	Bentonita
2	m	Conductor de cobre desnudo de 25mm2
1	und	Varilla Copperweld de 2,4 m x 16mmø.

Nota:
 1.- Las dimensiones se encuentran en milímetros
 (*) El uso de la tierra cernida es según lo requerido por el terreno
 (**) El uso de bentonita es según lo requerido por el terreno

ESCALA GRAFICA

0	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0 m
0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0 m
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5 m



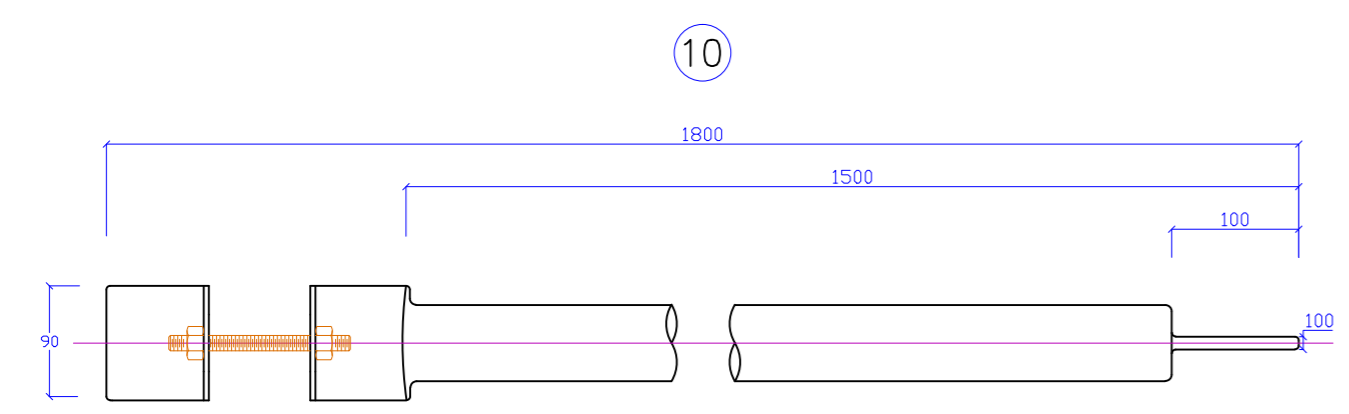
RETENIDA CON CONTRAPUNTA
R-1
Esc. 1:40

RETENIDA SIMPLE
R-2
Esc. 1:40

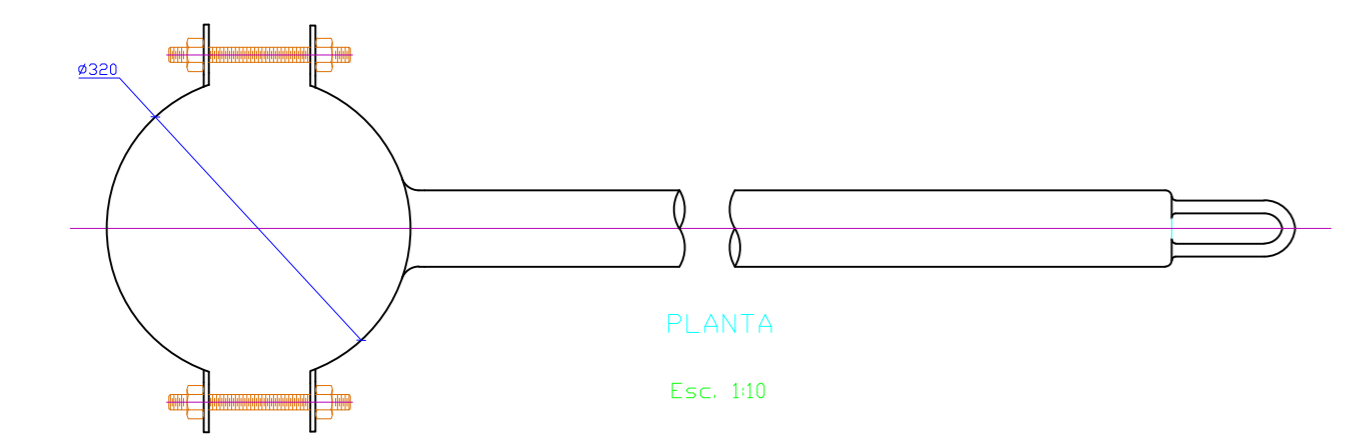
RETENIDA DOBLE
R-3
Esc. 1:40

R-4

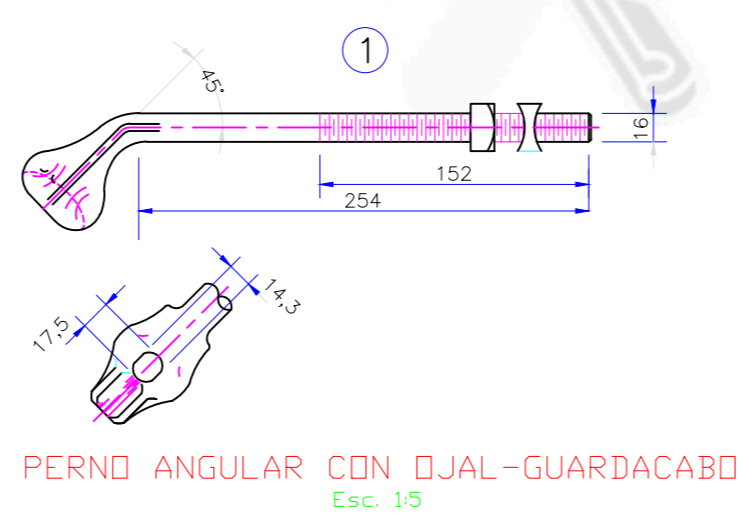
R-5



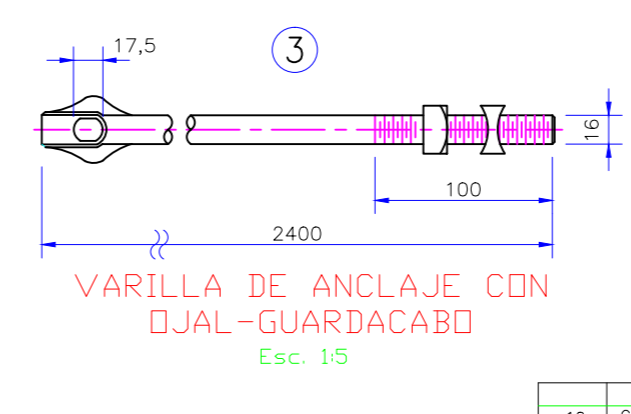
FRONTAL



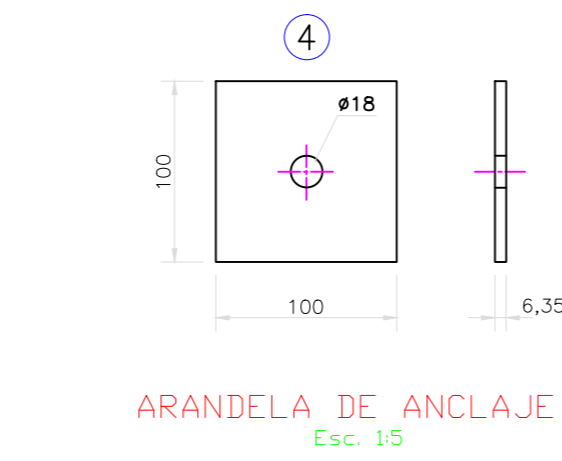
PLANTA
Esc. 1:10



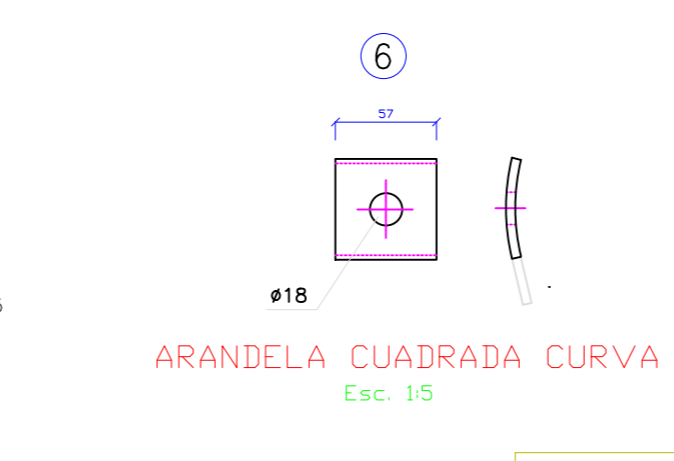
PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO
Esc. 1:5



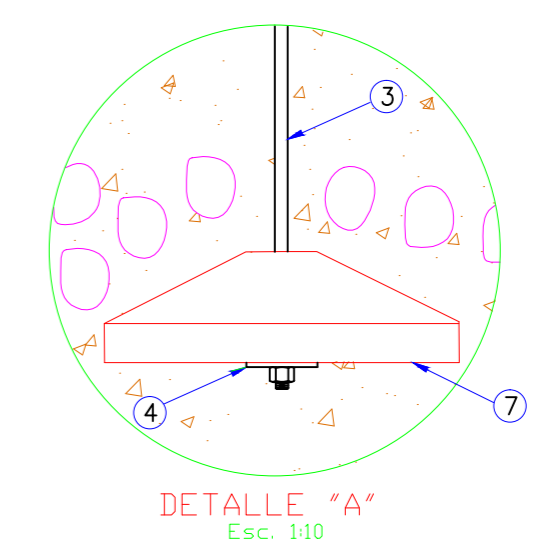
VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL-GUARDACABO
Esc. 1:5



ARANDELA DE ANCLAJE
Esc. 1:5

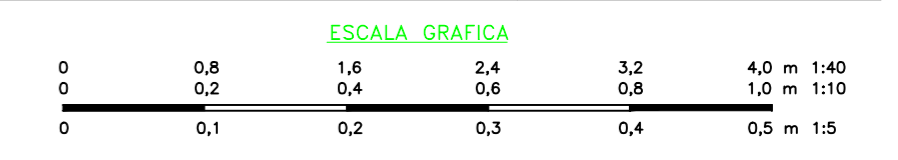


ARANDELA CUADRADA CURVA
Esc. 1:5



DETALLE "A"
Esc. 1:10

ITEM	DESCRIPCION	R1	R2	R3	R4	R5
10	Contrapunta de 1800mm de longitud	1	-	-	-	-
9	Alambre galvanizado N° 16	0,5m	0,5m	1m	0,5m	0,5m
8	Aislador de traccion clase ANSI 54-3	01	01	02	02	02
7	Bloque de concreto armado de 500x 500 x 100 mm con agujero central de 20 Ø	01	01	02	02	01
6	Arandela cuadrada curva de A*G, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm Ø de agujero	04	04	08	08	08
5	Grapa doble de A*G 3 pernos 152mm de longitud, para cable S.M. de 50mm2	04	04	08	08	08
4	Arandela de anclaje de acero de 100 x 100 x 6,35 con agujero central de 18Ø	02	02	04	04	04
3	Varilla de anclaje de acero, de 16 mm Ø x 2400 mm de long.	01	01	02	02	01
2	Cable de acero tipo siemens martin de 50mm2	15m	15m	30m	30m	30m
1	Perno angular con ojal guardacabo de 16 mm Ø x 305 mm de long. provisto de tuerca y contratuerca	01	01	02	02	02



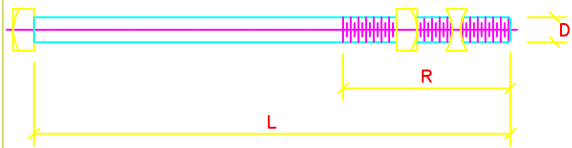
Nota:
1.- Las dimensiones se encuentran en milímetros
(*) El uso de la tierra cernida es según lo requerido por el terreno
(**) El uso de bentonita es según lo requerido por el terreno

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES
PRDGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA, MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA

DIBUJADO POR : Bach. W. Santos REVISADO POR : Ing. L. Chirinos APROBADO POR : Ing. G. Choni

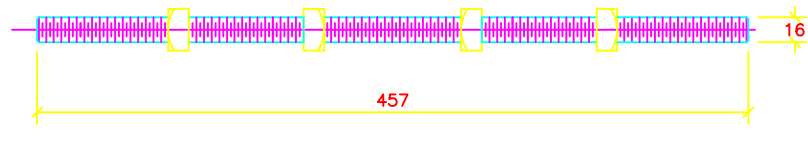
PROYECTO : LINEA EN 22,9KV HUMACHUCO-MINASPAMPA
PLANO N° : 06
FECHA : ENERO 2013

PLANDS ELECTROMECHANICOS
TITULO : DETALLE DE TIPOS DE RETENIDAS
ESCALA : INDICADA

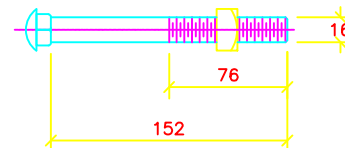


PERNO MAQUINADO
Esc. 1:5

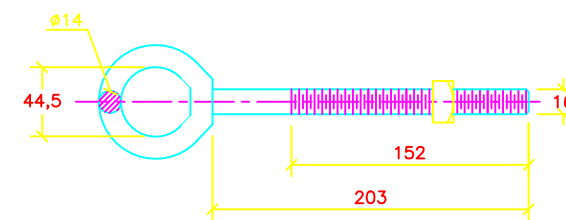
N°	DIAMETRO (D)	LONGITUD (L)	ROSCA (R)
1	13	127	72
2	16	406	152
3	16	457	152



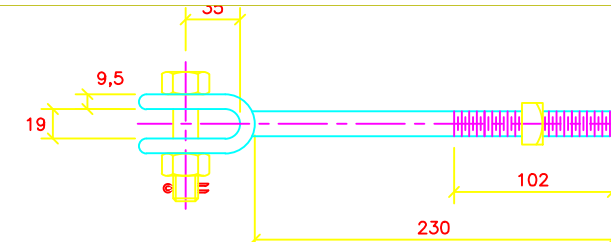
PERNO DOBLE ARMADO
Esc. 1:5



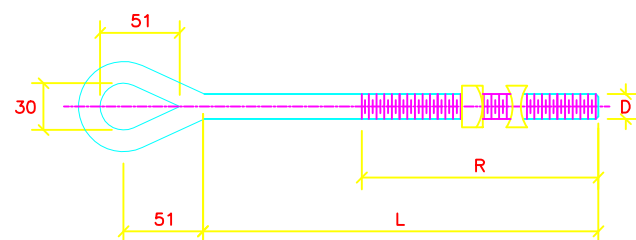
PERNO COCHE
Esc. 1:5



PERNO OJO CON HOMBROS
Esc. 1:5

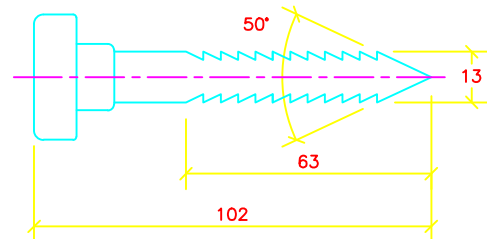


PERNO CON HORQUILLA
Esc. 1:5

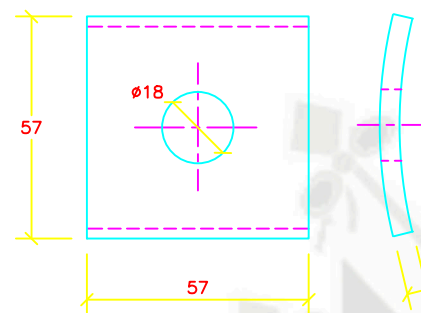


PERNO OJO
Esc. 1:5

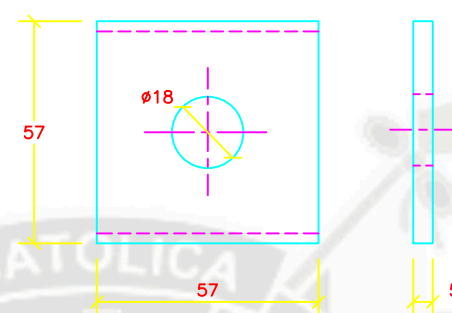
N°	DIAMETRO (D)	LONGITUD (L)	ROSCA (R)
1	16	305	152
2	16	254	152



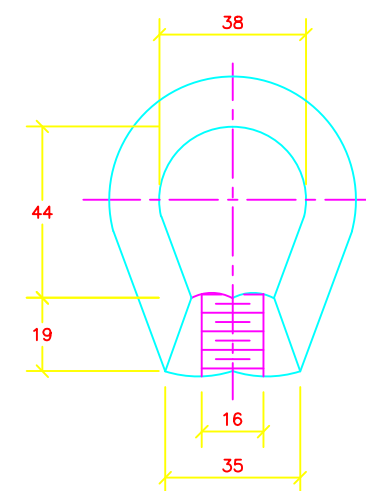
TIRAFON
Esc. 1:2



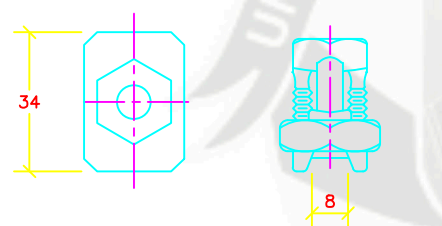
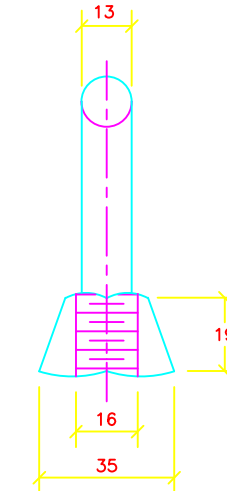
ARANDELA CUADRADA CURVA
Esc. 1:2



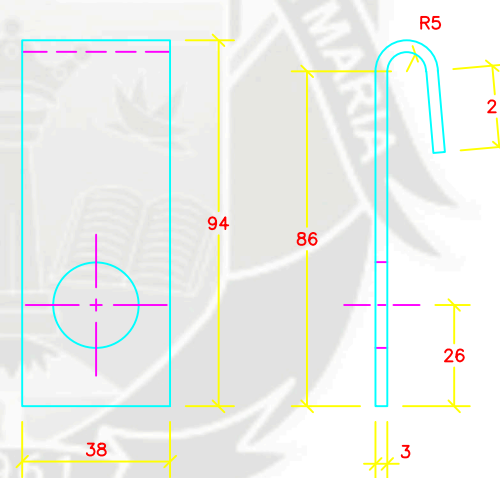
ARANDELA CUADRADA PLANA
Esc. 1:2



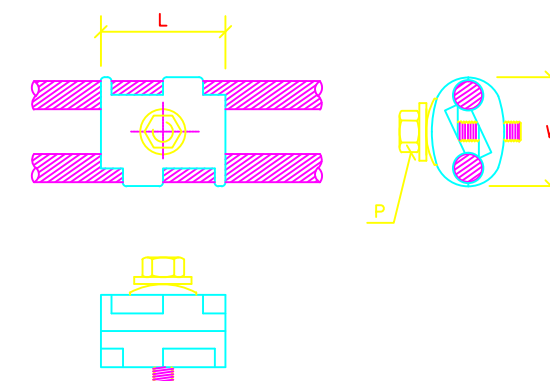
TUERCA OJO
Esc. 1:2



CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO
Esc. 1:2

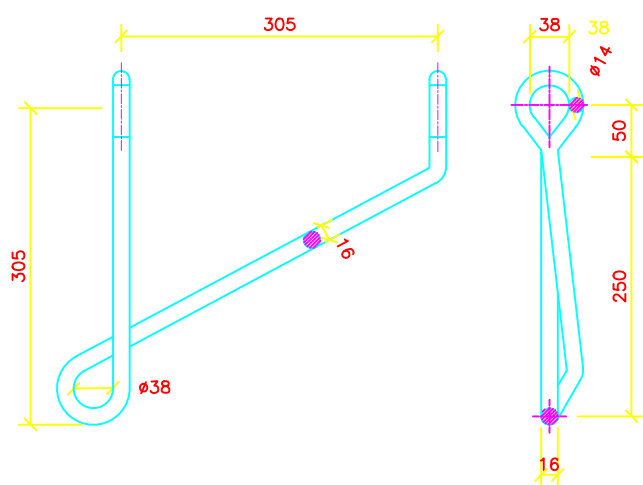


PLANCHA DE COBRE TIPO "J"
Esc. 1:2

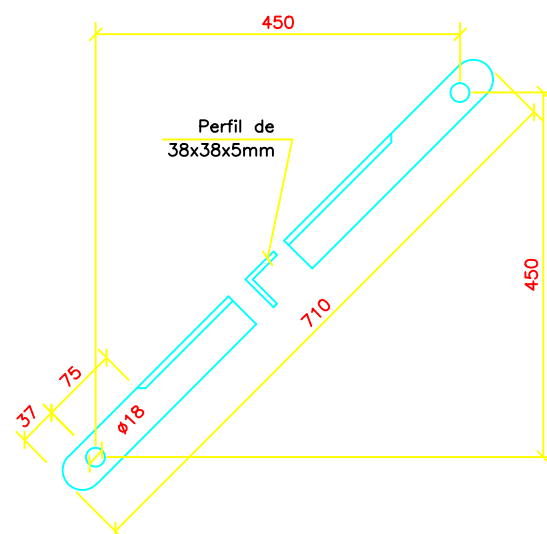


CONECTOR DE DOS VIAS
Esc. 1:2

MATERIAL	L	W	P
Acero y Bimetálico	39	36	3/8
Aluminio	58	36	1/2



BRAQUETE ANGULAR
Esc. 1:7,5

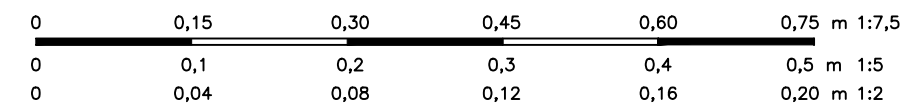


SOPORTE RIOSTRA
Esc. 1:7,5

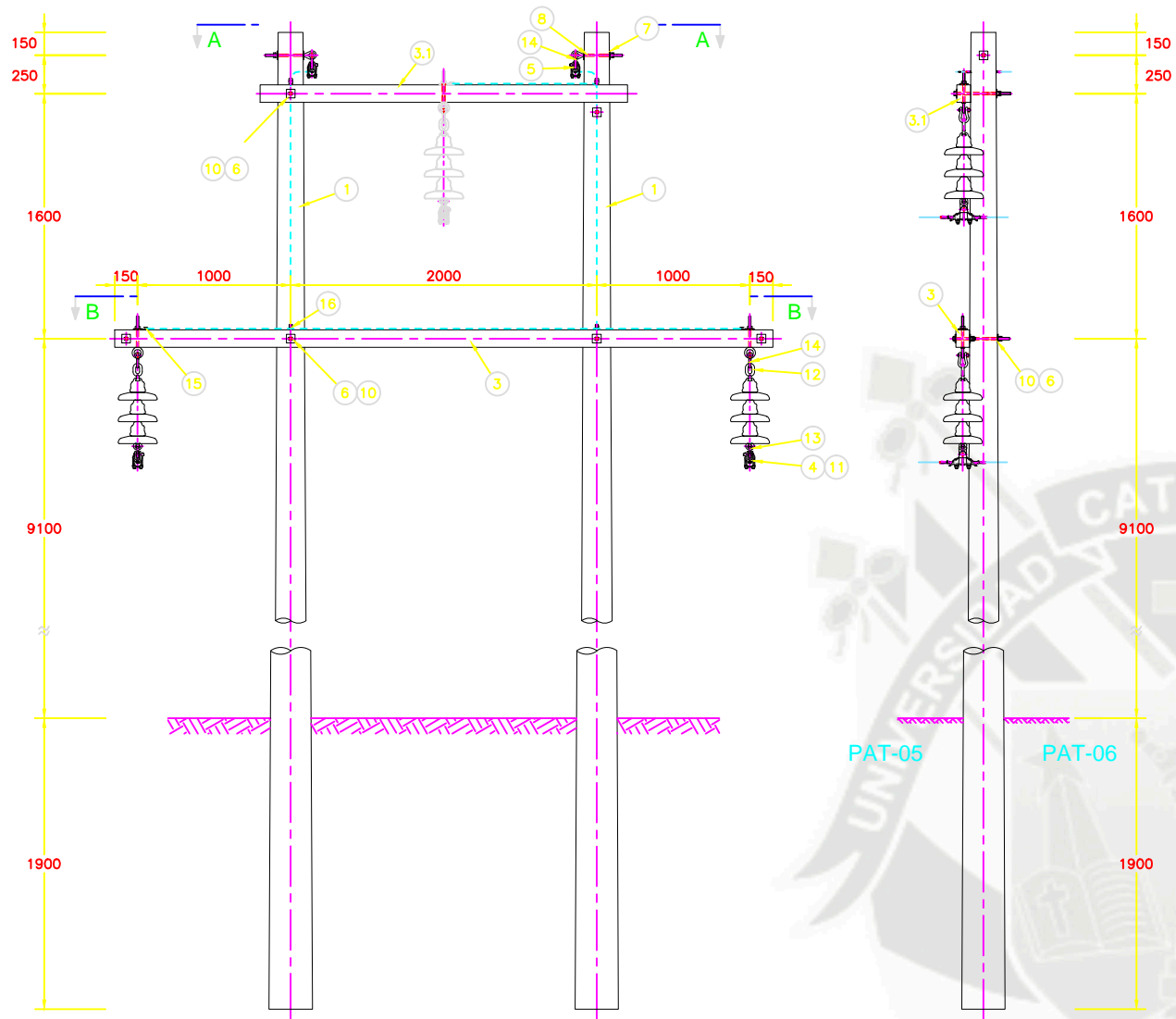
Nota:

1.- Las dimensiones se encuentran en milímetros

ESCALA GRAFICA

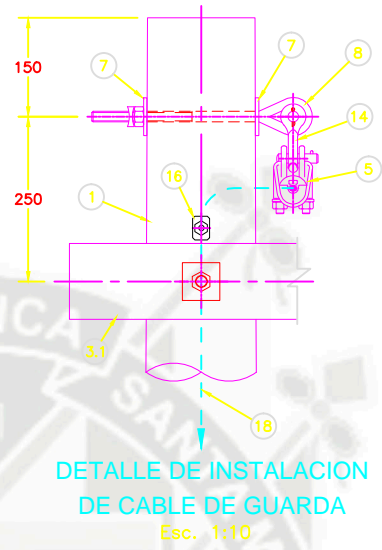


UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA, MECANICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA			PROYECTO: LINEA EN 22.9kV SE. HUAMACHUCO-MINASPAMPA	PLANOS ELECTROMECAÑICOS
			PLANO N° : 07	TITULO : FERRETERIA DE POSTES Y CRUZETAS
DIBUJADO POR : Bach. W. Santos	REVISADO POR : Ing. L. Chirinos	APROBADO POR : Ing. G. Chani	FECHA : ENERO 2013	ESCALA : INDICADA

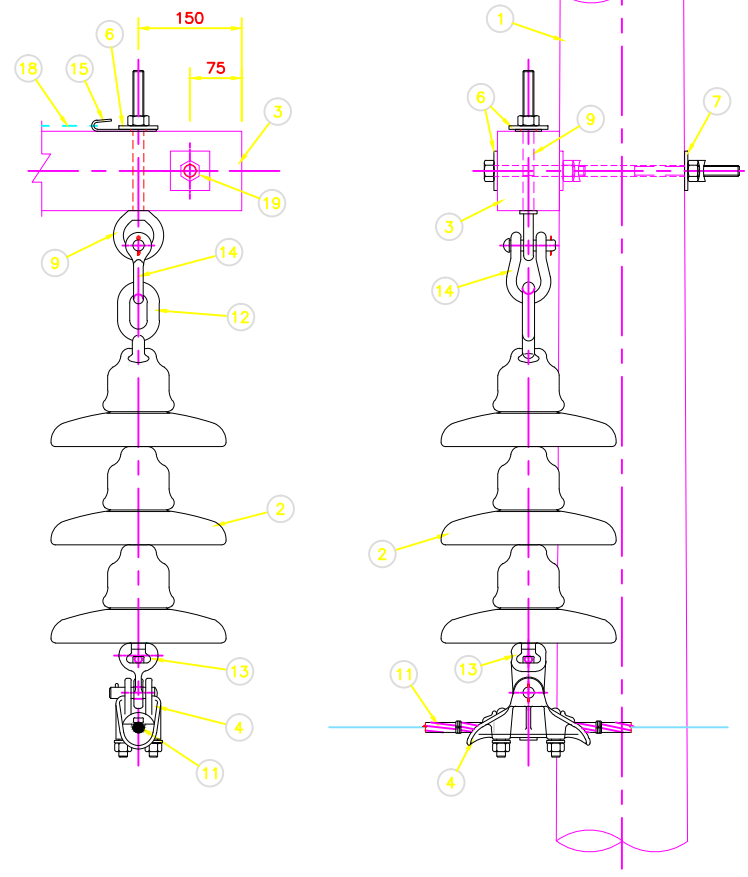


VISTA FRONTAL
Esc. 1:40

VISTA LATERAL
Esc. 1:40



DETALLE DE INSTALACION DE CABLE DE GUARDA
Esc. 1:10

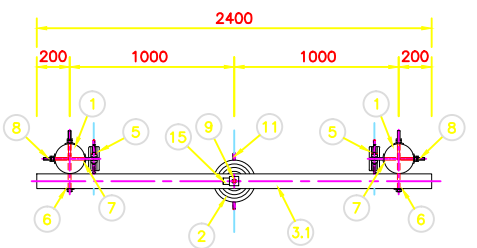


DETALLE DE INSTALACION DE CADENA DE AISLADORES
Esc. 1:10

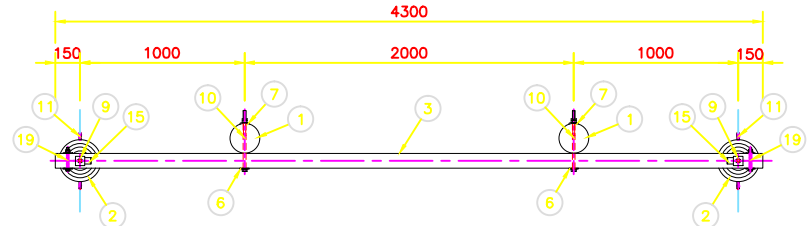
Nota:
1.- Las dimensiones se encuentran en milímetros

PRESTACIONES DE LA ESTRUCTURA

Angulo	Vano Máximo Lateral (m)	Vano Peso (m)	Vano Viento (m)
0°	590	490	450
1°	590	490	390
2°	590	490	330
3°	590	490	280
4°	590	490	230
5°	590	490	180



CORTE A-A
Esc. 1:40

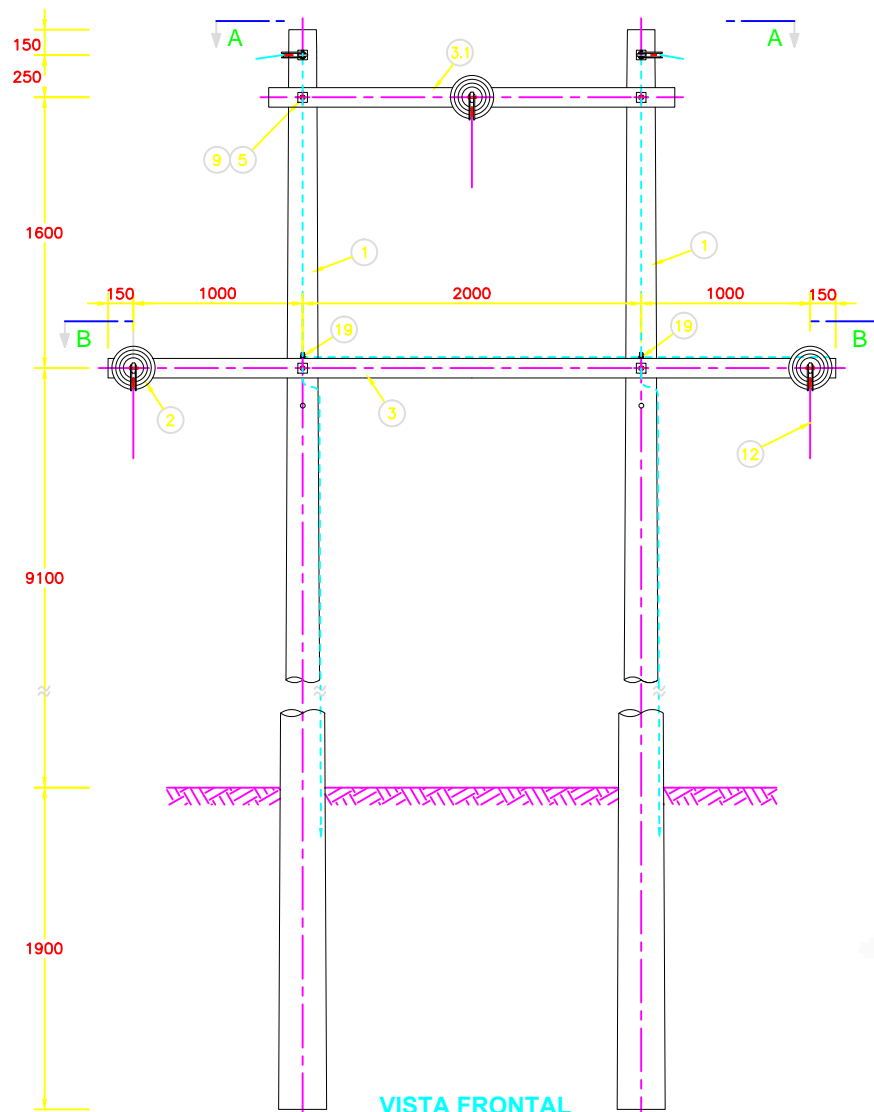


CORTE B-B
Esc. 1:40

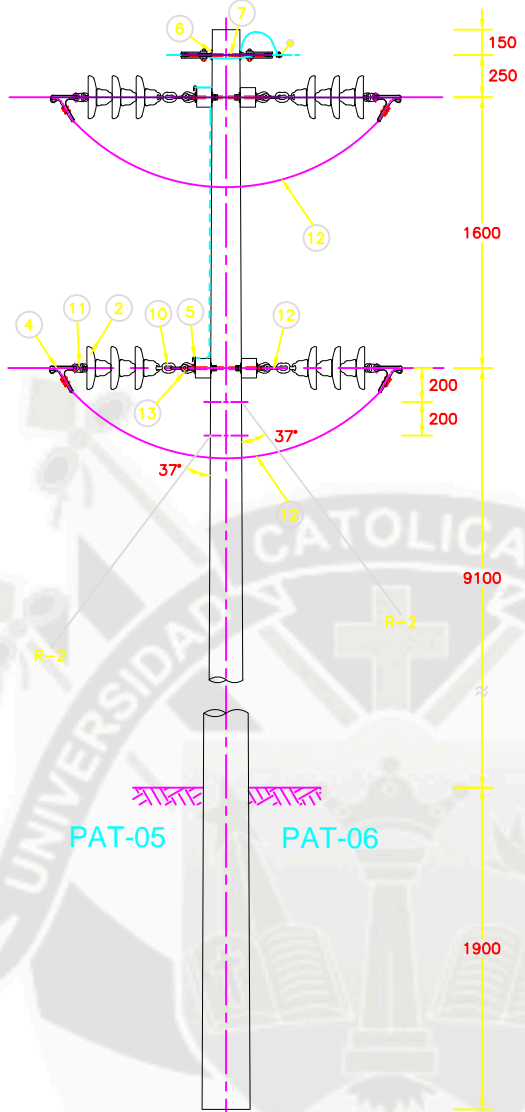
ITEM	DESCRIPCION	CANT
19	Perno maquinado de A°G°, 13 mm Ø x 127 mm long.; con tuerca y contratuerca	02
18	Conductor de cobre de 25 mm2	20m
17	Conector bimetalico Cu/A°G° DE 25/50 mm2	02
16	Conector de cobre tipo perno partido	03
15	Plancha de cobre para linea a tierra, tipo "J"	03
14	Grillete de A°G°	05
13	Adaptador de A°G° tipo casquillo - ojo	03
12	Adaptador de A°G° tipo anillo - bola	03
11	Varilla preformada simple para conductor de AAAC de 120 mm2	03
10	Perno maquinado de A°G°, 16 mm Ø x 457 mm long.; 152 mm maquinado con tuerca y contratuerca	04
9	Perno ojo con hombros de A°G°, 16 mm Ø x 203 mm long.; 152 mm maquinado con tuerca y contratuerca	03
8	Perno ojo de A°G°, 16 mm Ø x 305 mm long.; 152 mm maquinado con tuerca y contratuerca	02
7	Arandela cuadrada curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm Ø de agujero	04
6	Arandela cuadrada plana de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm Ø de agujero	08
5	Grapa de suspension de acero con dos pernos para conductor de 50 mm2 EHS	02
4	Grapa de suspension de aluminio con dos pernos para conductor de 120 mm2	03
3.1	Cruceta de madera tratada de 90 x 115 mm seccion, 2,40 m longitud	01
3	Cruceta de madera tratada de 90 x 115 mm seccion, 4,30 m longitud	01
2	Aislador de porcelana tipo suspension, clase ANSI 52-3	09
1	Poste normalizado de madera tratada de eucalipto 13m, clase 5	02

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES <small>UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA</small>	PROYECTO: LINEA EN 22.9kV SE. HUAMACHUCO-MINASPAMPA	PLANOS ELECTROMECANICOS TITULO : ARMADO TIPO PSH
	AUSELVA <small>AUSELVA</small>	FECHA : ENERO 2013 ESCALA : INDICADA

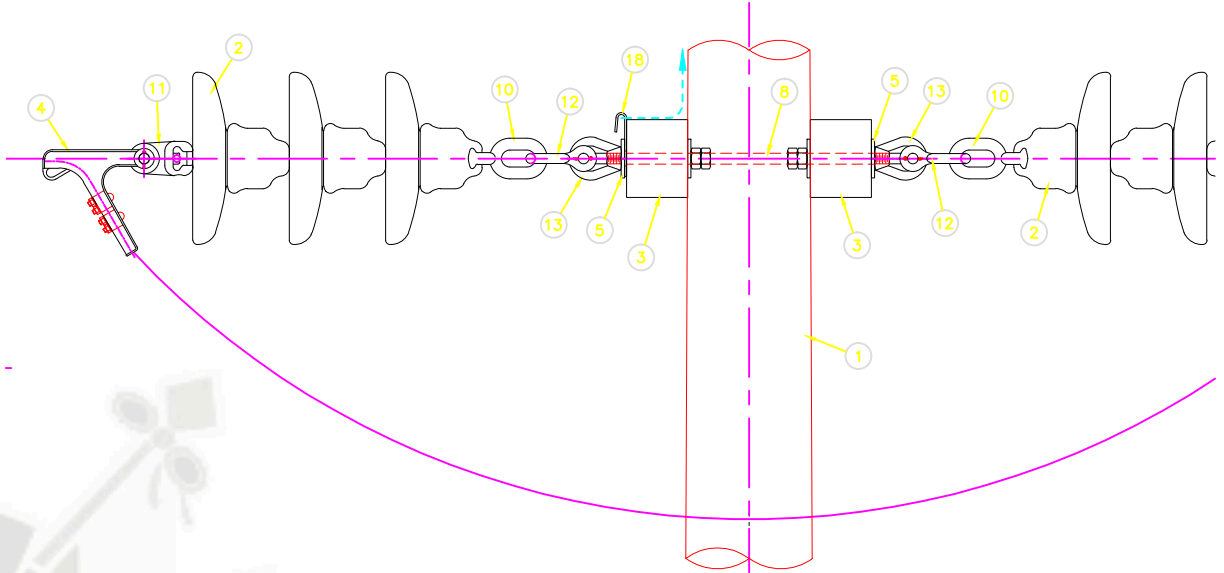
DIBUJADO POR : Bach. W. Santos REVISADO POR : Ing. L. Chirinos APROBADO POR : Ing. G. Chari



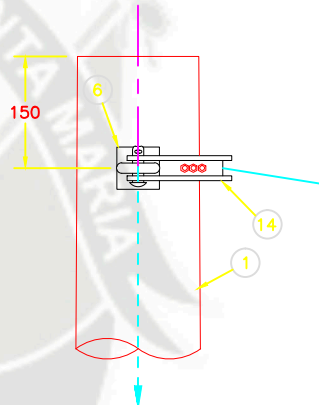
VISTA FRONTAL
Esc. 1:40



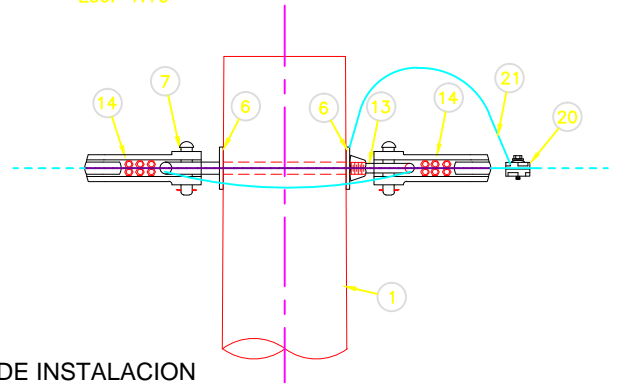
VISTA LATERAL
Esc. 1:40



DETALLE DE INSTALACION DE CADENA DE AISLADORES
Esc. 1:10

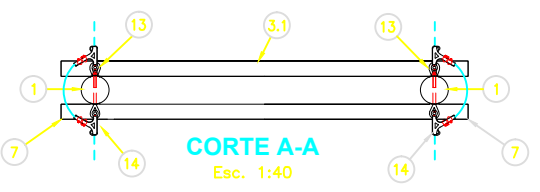


DETALLE DE INSTALACION DE CABLE DE GUARDA
Esc. 1:10

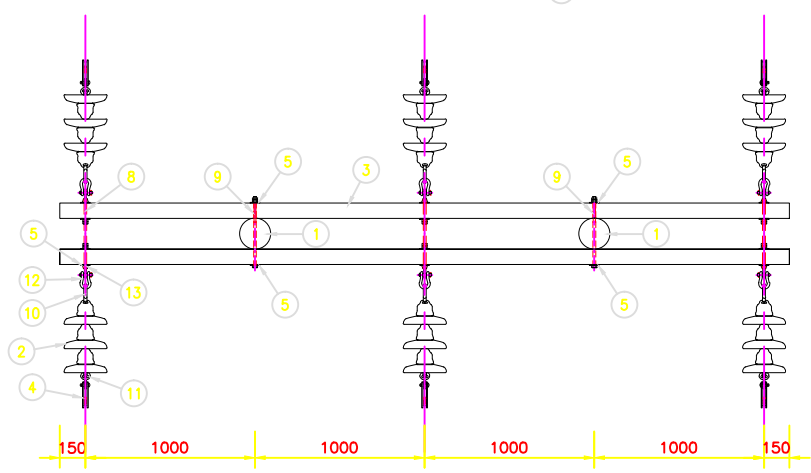


PRESTACIONES DE LA ESTRUCTURA

Angulo	Vano Máximo Lateral (m)	Vano Peso (m)	Vano Viento (m)
6	740	980	770
10	740	980	770
15	740	980	780
20	740	980	790
25	740	980	810
30	740	980	860



CORTE A-A
Esc. 1:40

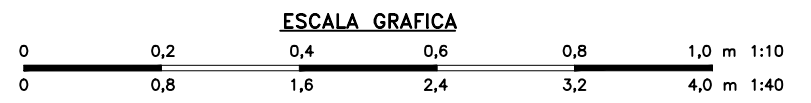


CORTE B-B
Esc. 1:40

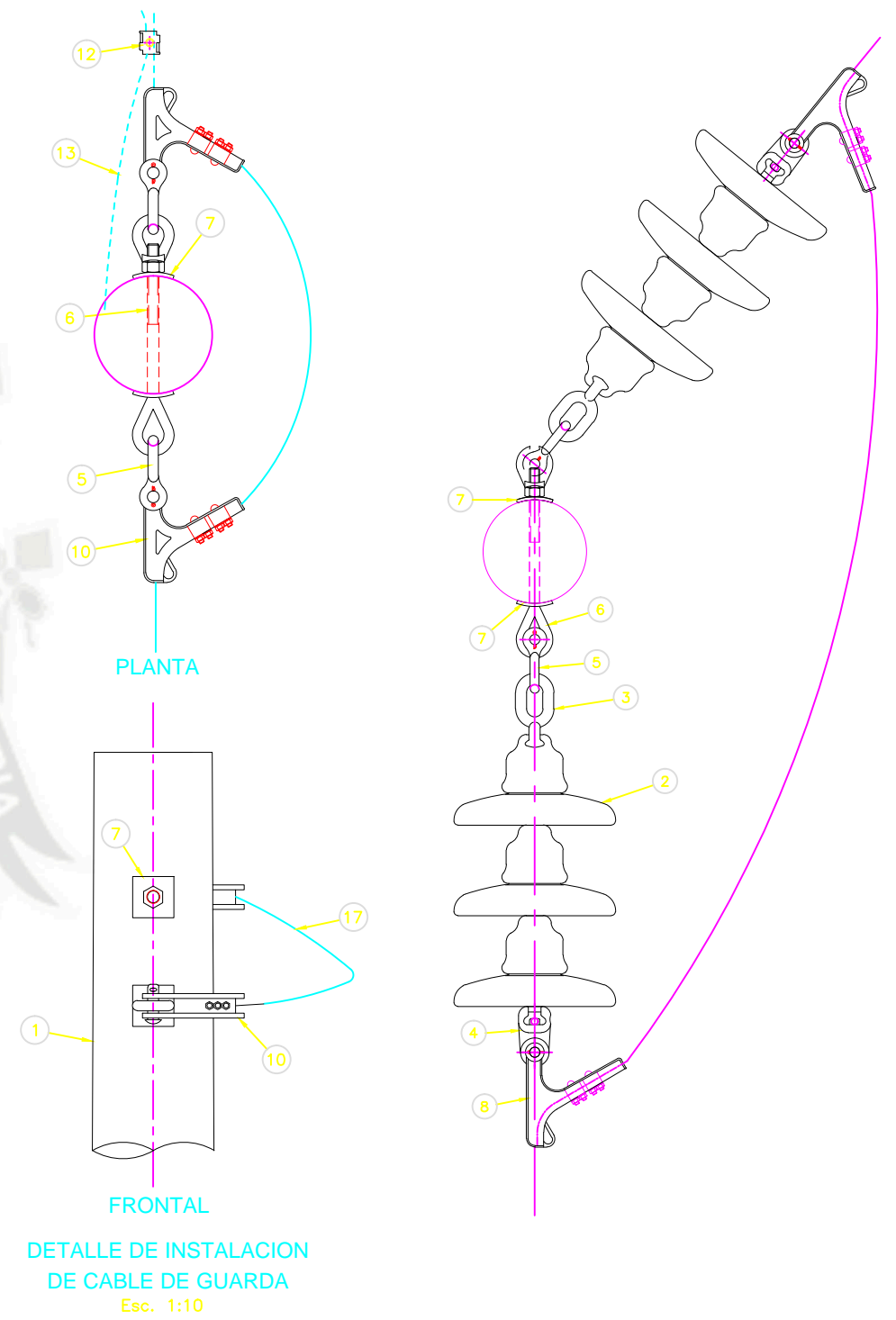
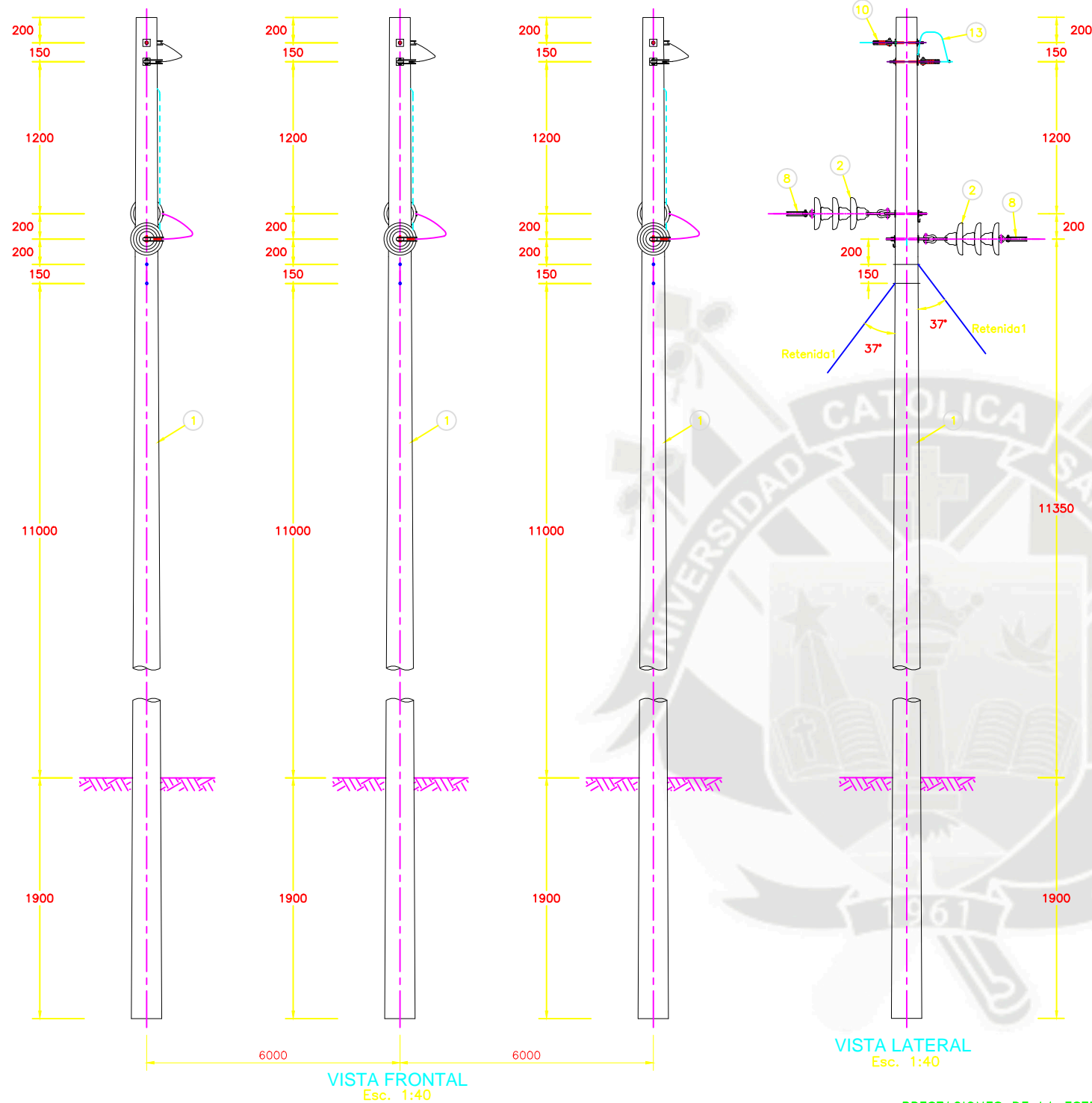
ITEM	DESCRIPCION	CANT
21	Conductor de cobre de 25 mm ²	20m
20	Conector bimetalico Cu/A ³ G DE 25/50 mm ²	02
19	Conector de cobre tipo perno partido	04
18	Plancha de cobre para linea a tierra, tipo "J"	03
17	Conector de A ³ G* de dos vias para 50mm ² EHS	02
16	Conector de Aluminio de dos vias para conductor 120mm ² AAAC	03
15	Cinta plana de armar de aluminio recocido de 1,30 x 7,6 mm	10m
14	Grapa de anclaje de A ³ G* tipo pistola de 03 pernos para conductor de 50 mm ² EHS	04
13	Tuerca ojo de A ³ G*, forjada para perno de 16 mm Ø	08
12	Conductor de aleacion de aluminio AAAC de 120mm ²	und.
11	Adaptador de A ³ G* tipo casquillo - ojo	06
10	Adaptador de A ³ G* tipo anillo - bola	06
9	Perno maquinado de A ³ G*, 16 mm Ø x 457 mm long.; 152 mm maquinado con tuerca y contratuerca	04
8	Perno doble armado de A ³ G*, 16 mm Ø x 457 mm long.; 4 con tuercas	03
7	Perno ojo de A ³ G*, 16 mm Ø x 305 mm long.; 152 mm maquinado con tuerca y contratuerca	02
6	Arandela cuadrada curva de A ³ G*, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm Ø de agujero	04
5	Arandela cuadrada plana de A ³ G*, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm Ø de agujero	20
4	Grapa de anclaje de aluminio tipo pistola 04 pernos para conductor de 120 mm ² AAAC	06
3.1	Cruceta de madera tratada de 90 x 115 mm seccion, 2,40 m longitud	02
3	Cruceta de madera tratada de 90 x 115 mm seccion, 4,30 m longitud	02
2	Aislador de porcelana tipo suspension, clase ANSI 52-3	18
1	Poste normalizado de madera tratada de eucalipto 13m, clase 5	02

Nota:

1.- Las dimensiones se encuentran en milímetros



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES <small>UNIVERSITATIS CATHOLICAE SANTI MARIE FACULTAS SCIENTIARUM ET INGENIERIARUM PHYSICARUM ET MATHEMATICARUM</small>	PROYECTO: LINEA EN 22.9kV SE. HUAMACHUCO-MINASPAMPA	PLANOS ELECTROMECANICOS TITULO: ARMADO TIPO PRH
	DIBUJADO POR : Bach. W. Santos REVISADO POR : Ing. L. Chirinos APROBADO POR : Ing. G. Chani	FECHA : ENERO 2013



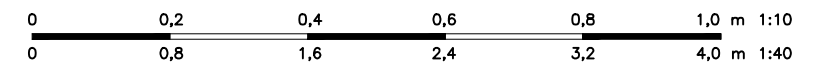
17	Cable de acero de grado alta resistencia para cable de guarda de 50mm2	und.
16	Cinta plana de armar de aluminio recocido de 1.30mx7,6mm	10m
15	Plancha de cobre para linea a tierra, tipo "J"	12
14	Conector de cobre tipo perno partido	00
13	Conductor desnudo de cobre cableado de temple blando de 25mm2	33m
12	Conector bimetálico Cu/A*G* de 25/50 mm2	03
11	Conector de A*G* de dos vias para 50mm2 EHS	03
10	Grapa de anclaje tipo pistola con 03 pernos para cable de guarda de 50mm2 EHS	06
9	Conector de Aluminio de dos vias para conductor 120mm2 AAAC	09
8	Grapa de anclaje tipo pistola 4 pernos para conductor de 120mm2 AAAC	06
7	Arandela cuadrada curva de A*G*, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm Ø de agujero	24
6	Perno ojo de A*G*, 16 mm Ø x 305 mm long.; 152 mm maquinado con tuercas y contratuerca	12
5	Grillete de A*G*	09
4	Adaptador de A*G* tipo casquillo - ojo	06
3	Adaptador de A*G* tipo anillo - bola	06
2	Aislador de porcelana tipo suspension, clase ANSI 52-3	18
1	Poste normalizado de madera tratada de eucalipto 13m, clase 5	03
ITEM	DESCRIPCION	CANT

PRESTACIONES DE LA ESTRUCTURA

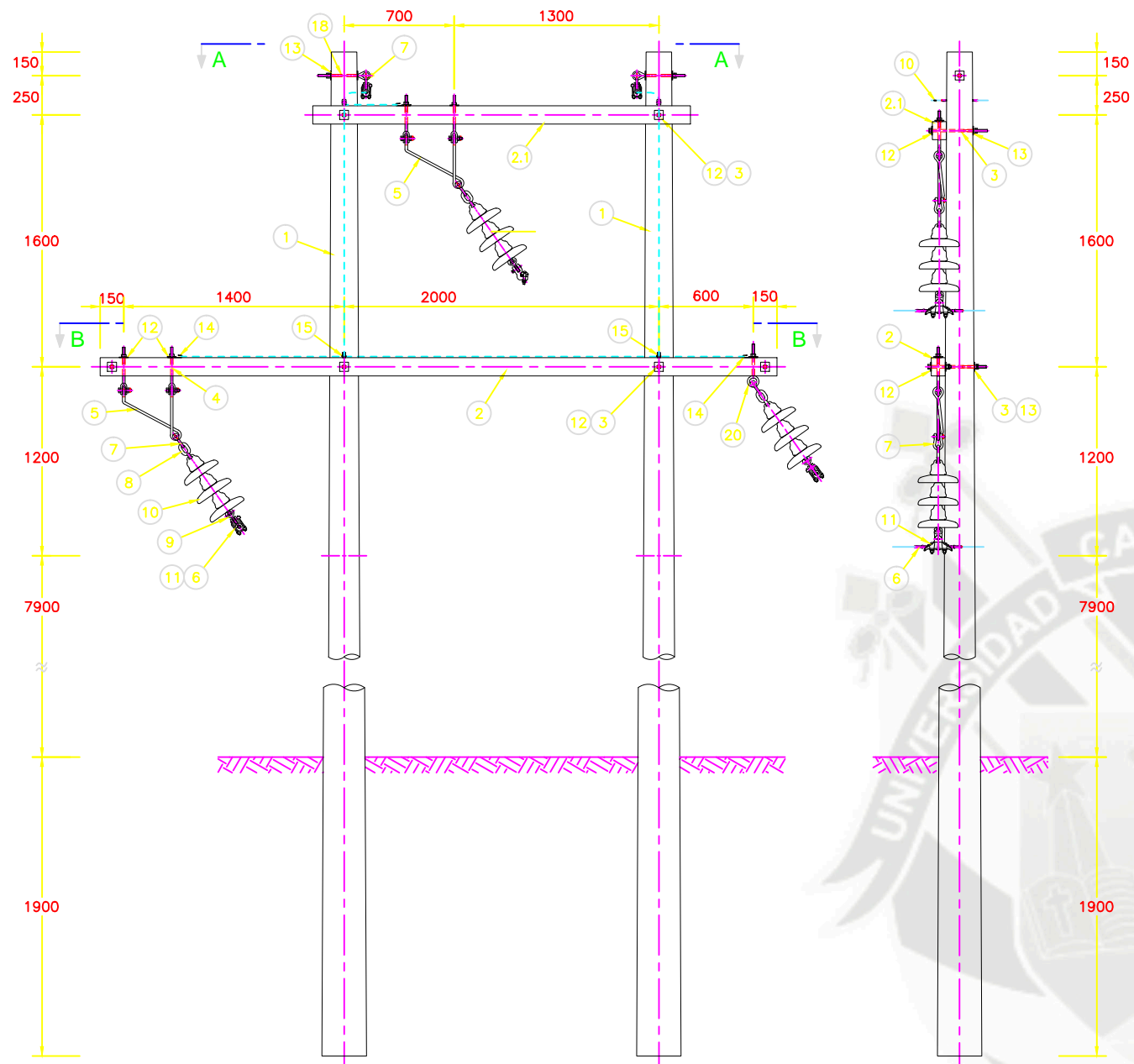
Angulo	Vano Máximo Lateral (m)	Vano Peso (m)	Vano Viento (m)
6°	1000		1000
10°	1000		1000
15°	1000		1000
20°	1000		1000
25°	1000		1000
30°	1000		1000

Nota:

1.- Las dimensiones se encuentran en milímetros



DIBUJADO POR : W.S.M.	PROYECTO: LINEA EN 22.9kV SE. HUAMACHUCO-MINASPAMPA	PLANOS ELECTROMECANICOS
	FECHA : ENERO 2013	TITULO : ARMADO TIPO PA3
	ESCALA : INDICADA	

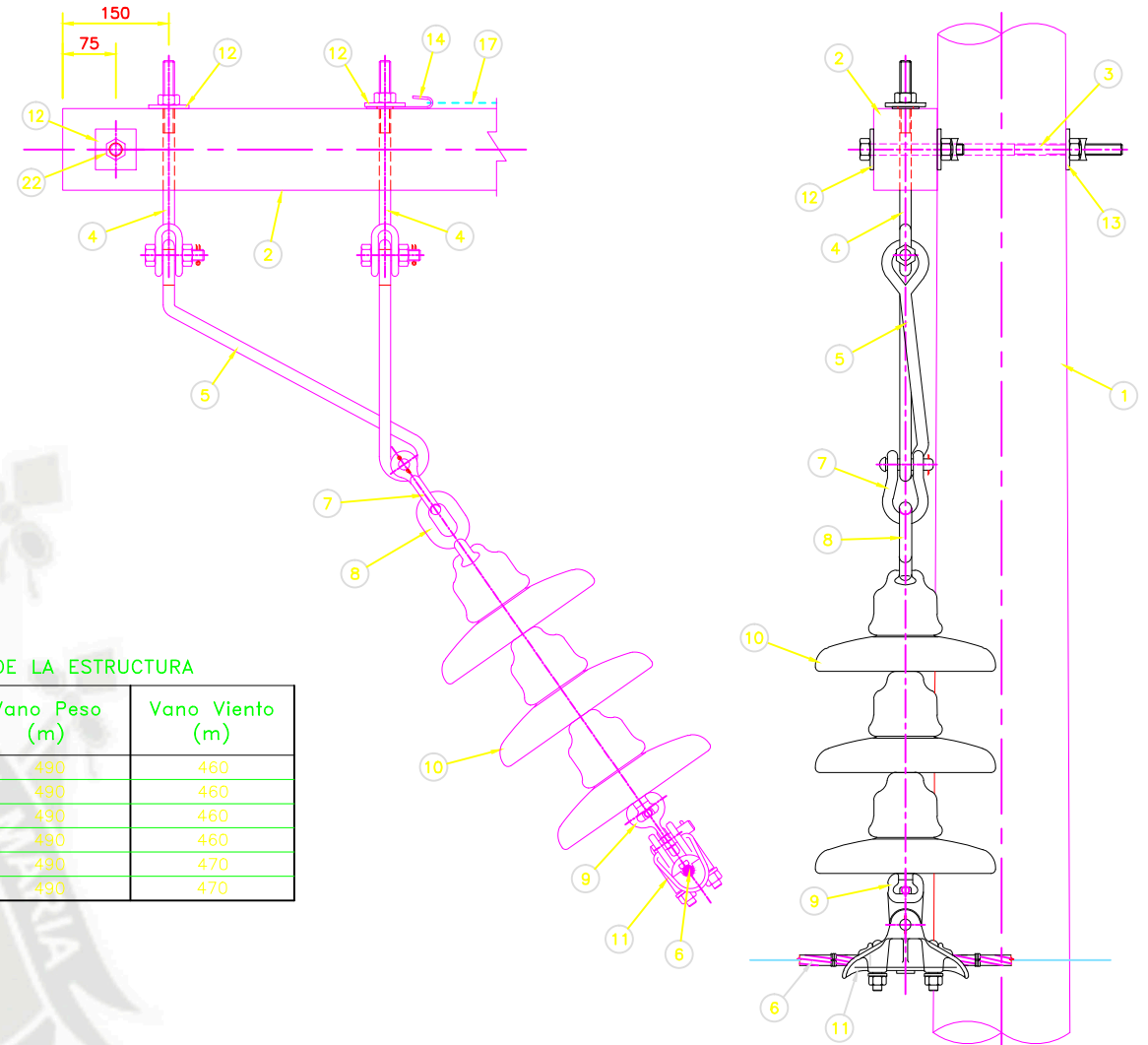


VISTA FRONTAL
Esc. 1:40

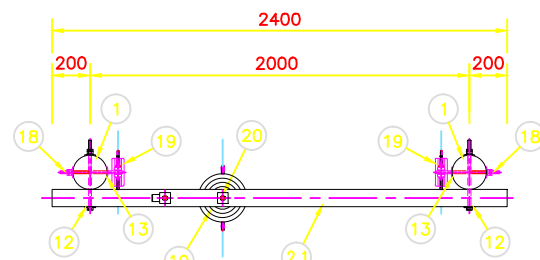
VISTA LATERAL
Esc. 1:40

PRESTACIONES DE LA ESTRUCTURA

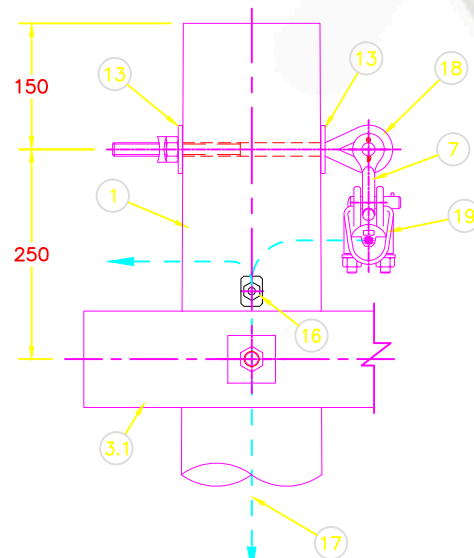
Angulo	Vano Máximo Lateral (m)	Vano Peso (m)	Vano Viento (m)
6°	590	490	460
10°	590	490	460
15°	590	490	460
20°	590	490	460
25°	590	490	470
30°	590	490	470



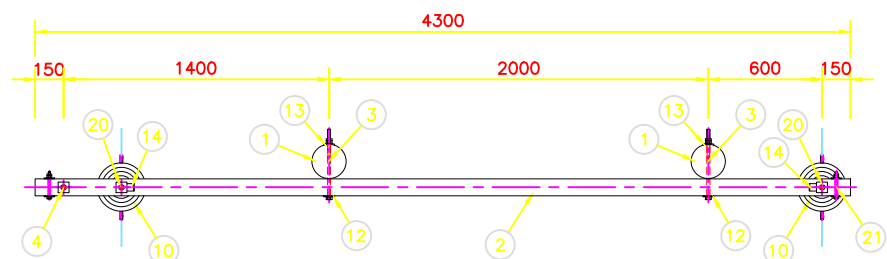
DETALLE DE INSTALACION DE CADENA DE AISLADORES
Esc. 1:10



CORTE A-A
Esc. 1:40



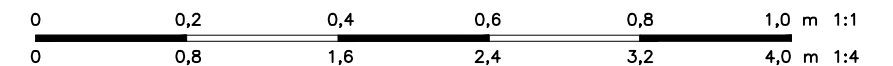
DETALLE DE INSTALACION DE CABLE DE GUARDA
Esc. 1:10



CORTE B-B
Esc. 1:40

ITEM	DESCRIPCION	CAN
22	Perno maquinado de A ³ G ³ , 13 mm Ø x 127 mm long.; con tuerca y contratuerca	02
21	Perno ojo con hombros de A ³ G ³ , 16 mm Ø x 203 mm long.; 152 mm maquinado con tuerca y contratuerca	01
20	Grapa de suspension de acero con dos pernos para conductor de 50 mm ² EHS	02
19	Perno ojo de A ³ G ³ , 16 mm Ø x 305 mm long.; 152 mm maquinado con tuerca y contratuerca	02
17	Conductor de cobre de 25 mm ²	20m
16	Conector bimetalico Cu/A ³ G ³ DE 25/50 mm ²	02
15	Conector de cobre tipo perno partido	03
14	Plancha de cobre para linea a tierra, tipo "J"	03
13	Arandela cuadrada curva de A ³ G ³ , 57 x 57 x 5 mm, 18 mm Ø de agujero	08
12	Arandela cuadrada plana de A ³ G ³ , 57 x 57 x 5 mm, 18 mm Ø de agujero	13
11	Grapa de suspension de aluminio con dos pernos para conductor de 120 mm ²	03
10	Aislador de porcelana tipo suspension, clase ANSI 52-3	09
9	Adaptador de A ³ G ³ tipo casquillo - ojo	03
8	Adaptador de A ³ G ³ tipo anillo - bola	03
7	Grillete de A ³ G ³	05
6	Varilla preformada simple para conductor de AAAC de 120 mm ²	03
5	Braquete angular de 16mmØ, provisto de ojales	02
4	Perno con horquilla y pasador de 16 mm con tuerca y contratuerca	04
3	Perno maquinado de A ³ G ³ , 16 mm Ø x 457 mm long.; 152 mm maquinado con tuerca y contratuerca	04
2.1	Cruceta de madera tratada de 90 x 115 mm seccion, 2,40 m longitud	01
2	Cruceta de madera tratada de 90 x 115 mm seccion, 4,30 m longitud	01
1	Poste normalizado de madera tratada de eucalipto 13m, clase 5	02

ESCALA GRAFICA



Nota:

1.- Las dimensiones se encuentran en milímetros

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES <small>UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA</small>	PROYECTO: LINEA EN 22.9KV SE. HUAMACHUCO-MINASPAMPA	PLANOS ELECTROMECHAN TITULO: ARMADO TIPO PA1H
	<small>UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA</small>	FECHA : ENERO 2013

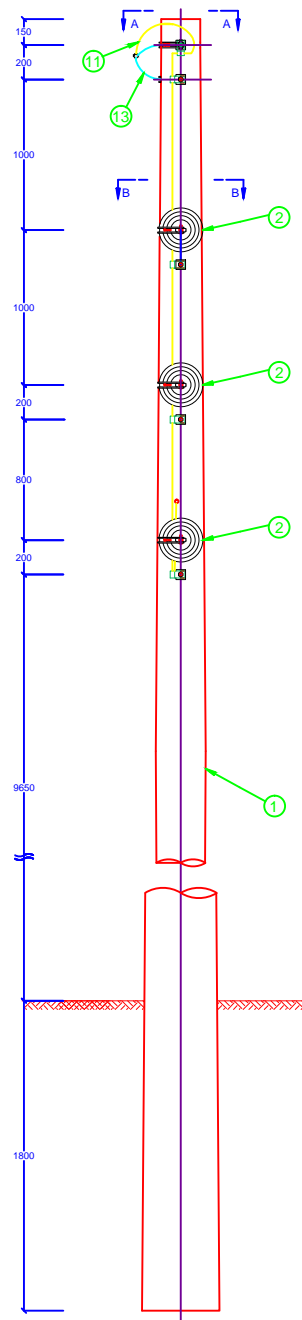
DIBUJADO POR : Bach. W. Santos

REVISADO POR : Ing. L. Chirinos

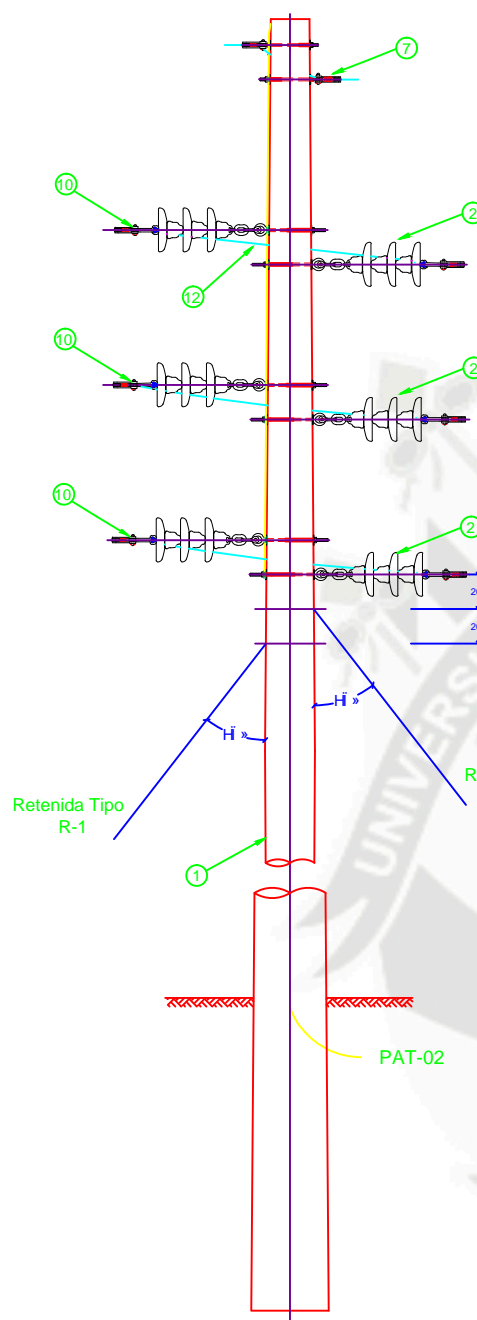
APROBADO POR : Ing. G. Chani

FECHA : ENERO 2013

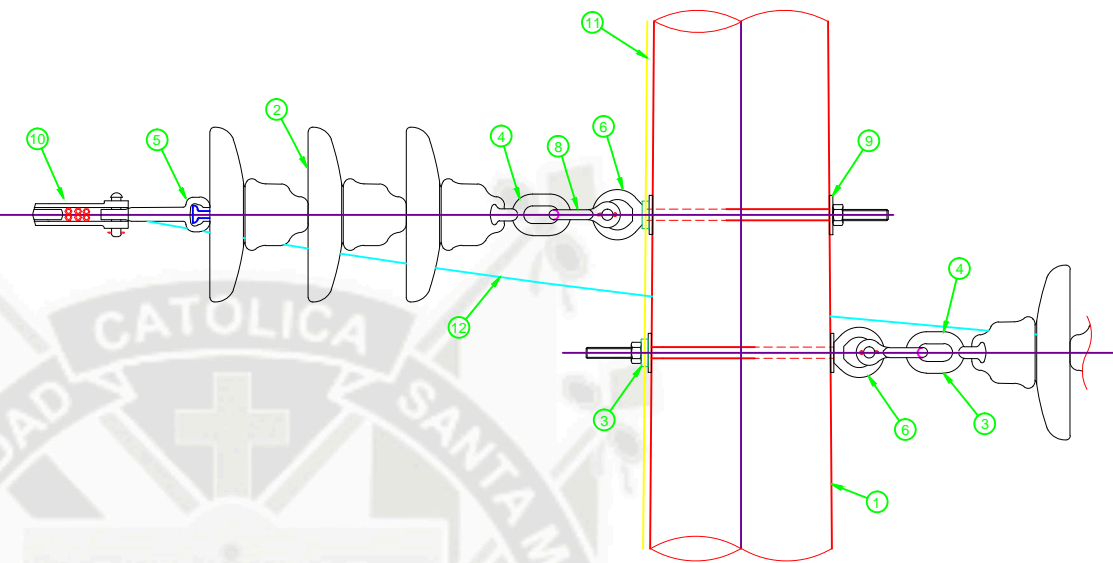
ESCALA : INDICA



VISTA FRONTAL
Esc. 1:40

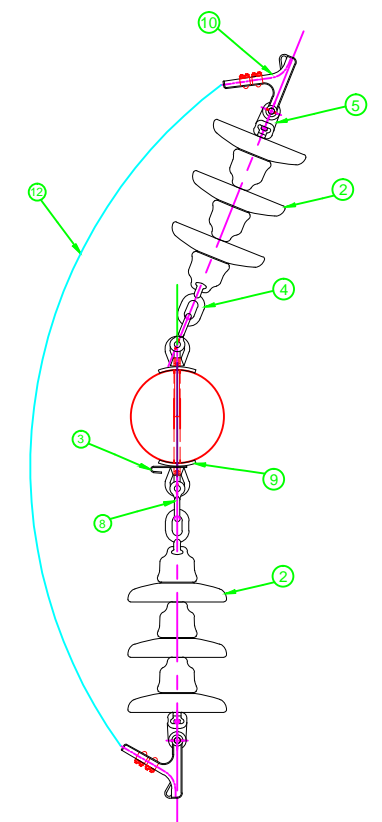


VISTA LATERAL
Esc. 1:40



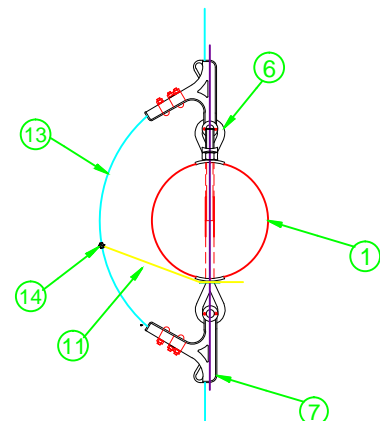
DETALLE CADENA DE AISLADORES

Esc. 1:10

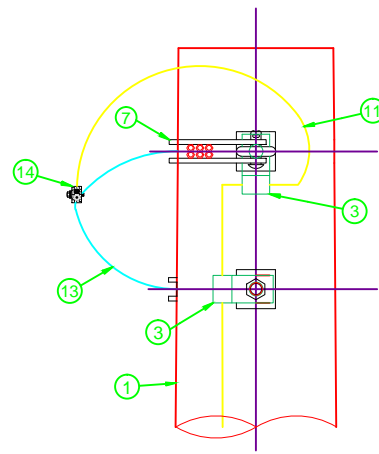


CORTE B-B

Esc. 1:30



CORTE B-B
Esc. 1:30



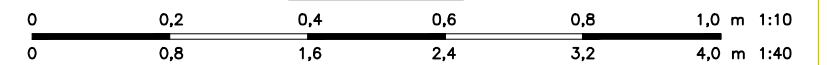
DETALLE CONEXION A CABLE DE GUARDA
Esc. 1:10

14	Conector Bimetálico	01
13	Cable de acero de grado alta resistencia para cable de guarda de 50mm ²	sn
12	Conductor de aleación de aluminio AAAC de 120mm ²	sn
11	Conductor de cobre de 25mm ²	00
10	Grapa de anclaje tipo pistola de 03 pernos para conductor de 120 mm ²	06
9	Placa de cobre para línea tierra, tipo "J"	16
8	Aislador de porcelana tipo suspensión, clase ANSI 52-3	06
7	Poste Normalizado de C.A.C. de 15m	02
6	Conector Bimetálico	08
5	Plancha de cobre para línea tierra, tipo "J"	06
4	Plancha de cobre para línea tierra, tipo "J"	06
3	Plancha de cobre para línea tierra, tipo "J"	04
2	Aislador de porcelana tipo suspensión, clase ANSI 52-3	06
1	Poste Normalizado de C.A.C. de 15m	01
» ITEN	DESCRIPCION	CANTIDAD

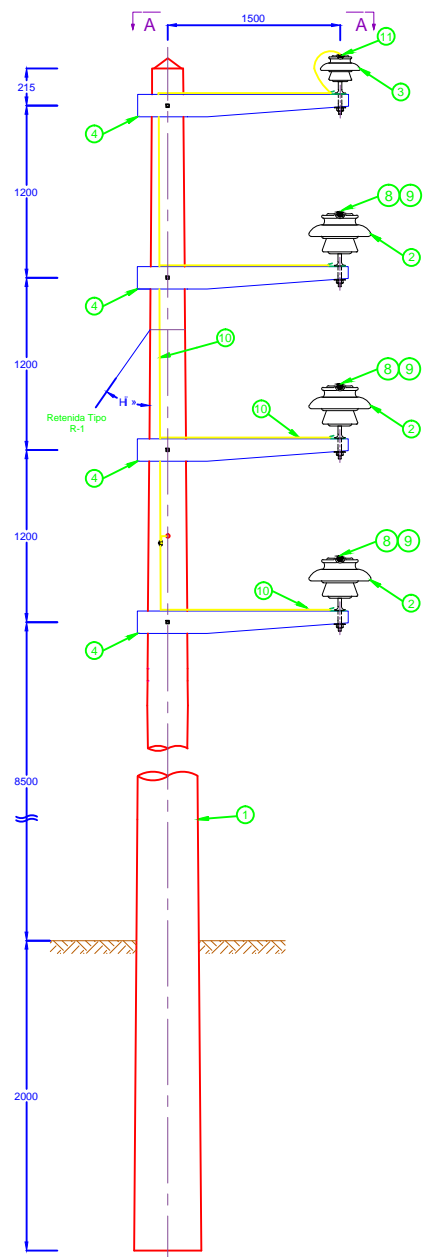
Nota:

1.- Las dimensiones se encuentran en milímetros

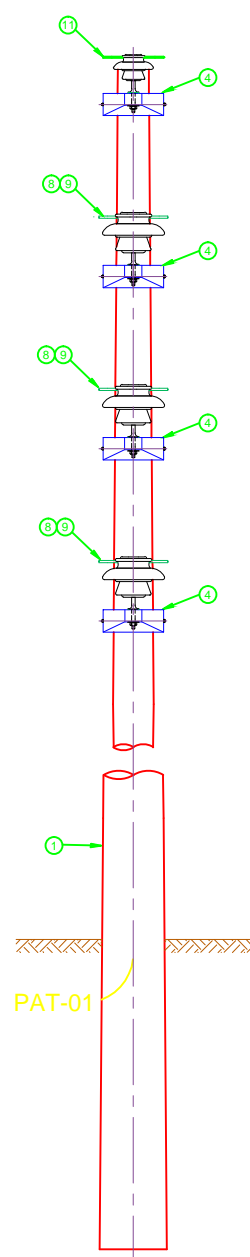
ESCALA GRAFICA



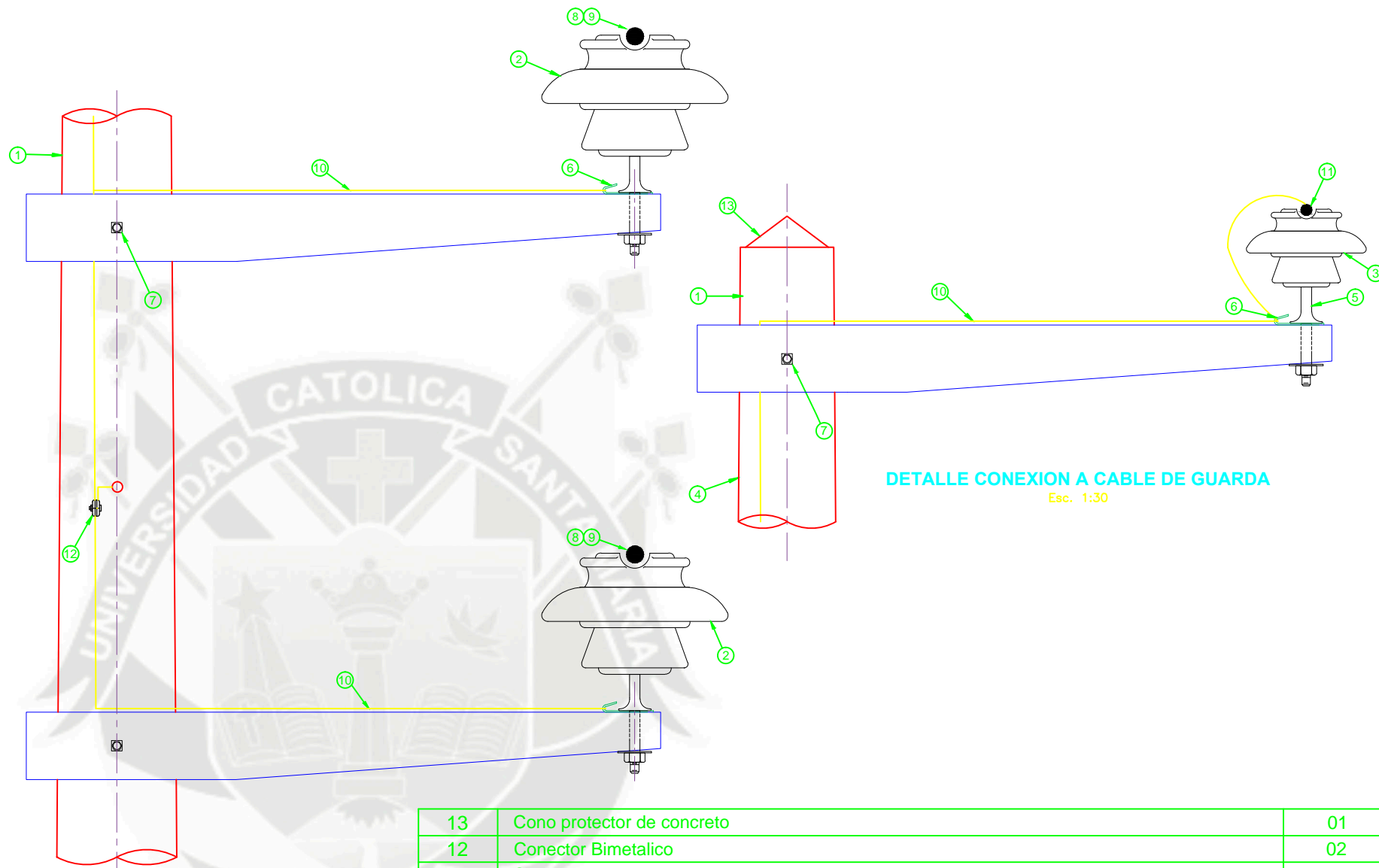
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES <small>UNIVERSITY OF THE SACRAMENT</small>	PROYECTO: LINEA EN 22.9kV SE. HUAMACHUCO-MINASPAMPA	PLANOS ELECTROMECANICOS TITULO: ARMADO TIPO PA2
	DIBUJADO POR : Bach. W. Santos REVISADO POR : Ing. L. Chirinos APROBADO POR : Ing. G. Chani	FECHA : ENERO 2013



VISTA FRONTAL
Esc. 1:40

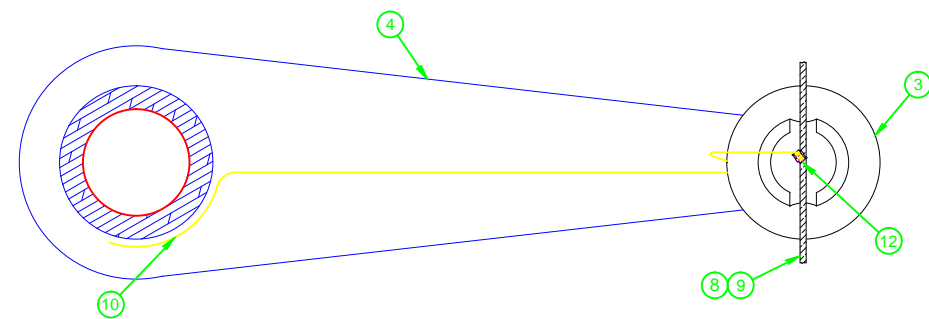


VISTA LATERAL
Esc. 1:40



DETALLE MENSULA Y AISLADORES
Esc. 1:10

DETALLE CONEXION A CABLE DE GUARDA
Esc. 1:30

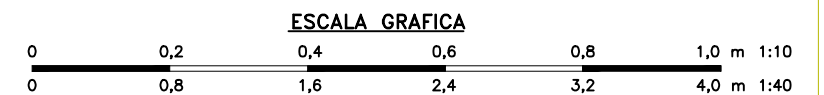


CORTE A-A
Esc. 1:10

13	Cono protector de concreto	01
12	Conector Bimetalico	02
11	Cable de acero de grado alta resistencia para cable de guarda de 50mm ²	00
10	Conductor de cobre de 25mm ²	00
9	Conductor de aleacion de aluminio AAAC de 120mm ²	00
8	Cinta plana de armar de aluminio de 1300x7.6mm	01
7	Placa de cobre tipo "J"	04
6	Plancha de cobre tipo "J"	04
5	Conector Bimetalico	04
4	Mensula de C.A.C. de 1.80m	04
3	Aislador de porcelana tipo pin, clase ANSI 56-2	01
2	Aislador de porcelana tipo pin, clase ANSI 56-4	03
1	Poste normalizado de C.A.C. de 14m	01
ITEN	DESCRIPCION	CANTIDAD

Nota:

1.- Las dimensiones se encuentran en milímetros



<p>UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO DOMINGO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES</p>	<p>PROYECTO:</p> <p>LINEA EN 22.9kV SE.</p> <p>HUAMACHUCO-MINASPAMPA</p>	<p>PLANOS ELECTROMECANICOS</p> <p>TITULO:</p> <p>ARMADO TIPO PSVE</p>
	<p>DIBUJADO POR : Bach. W. Santos</p> <p>REVISADO POR : Ing. L. Chirinos</p> <p>APROBADO POR : Ing. G. Chari</p>	<p>FECHA : ENERO 2013</p>